



Ex Libris

No. 45

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

Revue générale
des Sciences

pures et appliquées

TOME DIX-SEPTIÈME

Revue générale
des Sciences
pures et appliquées

PARAISANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

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

TOME DIX-SEPTIÈME

1906

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

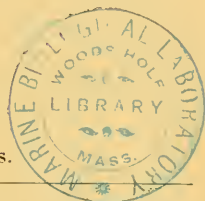
Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

A propos de la détermination de la constante de l'aberration. — Nous recevons de M. H. Renan, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, la lettre suivante :

« Dans la chronique du numéro du 30 novembre de votre très estimable *Revue*, vous avez publié une Note, où, à propos d'une récente communication à l'Académie des Sciences sur la constante d'aberration, il est parlé des recherches entreprises à l'Observatoire de Paris sur les méthodes de M. Léwy relatives à la mesure de la latitude. On pourrait croire, en lisant ces quelques lignes, que nos travaux sur cette question n'ont fourni aucun résultat utile, et que cet insuccès doit être attribué aux méthodes employées; je viens vous demander la permission de rétablir la vérité des faits, afin que vos lecteurs puissent, en toute connaissance de cause, apprécier les conclusions de l'auteur de cet article, inspiré évidemment par des sentiments fort éloignés de ceux d'une critique scientifique impartiale.

« Deux séries d'expériences ont été faites à l'Observatoire en vue de déterminer la latitude absolue par les nouvelles méthodes: la première, commencée le 15 avril 1897, et terminée le 15 juillet 1898, a donc duré quinze mois; la seconde comprend une période de vingt-cinq mois, du 19 avril 1899 au 22 mai 1901. On se demande vraiment où votre collaborateur a pu trouver les quinze années d'observation dont il parle. Les résultats de ces recherches ont été publiés dans deux Mémoires parus dans nos *Annales*, l'un dans le volume des Observations de 1897, l'autre dans celui de 1900.

« La première série avait été entreprise à titre d'essai préliminaire, avec un instrument que nous savions encore incomplet, puisqu'il ne possédait qu'un seul système de microscopes destinés à lire les cercles divisés; c'est pour remédier à cet inconvénient, et aussi pour apporter à notre installation divers perfectionnements reconnus nécessaires, que nous avons interrompu le travail depuis le mois d'août 1898 jusqu'en avril 1899. Pouvant alors mesurer les angles décrits par l'axe optique de notre lunette, au moyen de deux cercles divisés, absolument indépendants l'un de l'autre, nous nous sommes vite aperçus d'une légère discordance

entre les deux cercles, ce qui aurait pu rendre problématique l'exactitude de notre recherche. Nous avons dû de nouveau arrêter le travail, afin de découvrir d'où provenait ce défaut, qui, comme vous le voyez, ne pouvait être attribué qu'à l'instrument lui-même. Pendant une année, nous avons poursuivi une série d'expériences minutieuses, et nous avons fini par trouver que cela provenait d'un manque de pouvoir optique des microscopes et de l'usure des traits employés. A la suite de cette constatation, le remplacement des cercles et des microscopes a été décidé, et cette amélioration est aujourd'hui réalisée.

« Il est difficile d'admettre qu'une difficulté de cette nature puisse jeter le moindre discrédit sur nos méthodes, puisque nous l'aurions certainement rencontrée, quelle que fût la nature du travail entrepris, et quel que fût le procédé mis en pratique.

« Toutefois, toutes les études précédentes ont été d'une haute utilité, puisqu'elles nous ont permis d'éviter d'inutiles efforts à tous les observateurs qui auront à se servir de notre cercle méridien, pour une recherche quelconque, en vue d'obtenir une précision irréprochable.

« Mais, d'autre part, il y avait dans notre travail deux points dans le calcul desquels n'entraient point les lectures absolues des cercles, et qui, par suite, n'étaient pas viciés par l'inconvénient que je viens de rappeler: l'une de ces deux questions était la variation de la latitude, et l'autre concernait la détermination des coordonnées absolues des trois étoiles très voisines du pôle que nous avions constamment observées. Or, si l'on compare nos résultats pour la variation de la latitude à ceux qui ont été publiés depuis lors par le Bureau international de Berlin, on constate que ces derniers fournissent pour le méridien de Paris :

un minimum pour 1899, 3,
un maximum pour 1900, 1,
un minimum pour 1900, 6;

tandis que la courbe publiée par nous, montre :

un minimum en juillet 1899,
un maximum en janvier 1900,
un minimum en juillet 1901,

notre amplitude étant un peu plus forte; il me semble qu'il est difficile d'imaginer un plus complet accord.

« En second lieu, si nous avons pu aborder la

recherche de la constante d'aberration, ce résultat est dû à la précision avec laquelle nous avons pu obtenir les positions de nos trois circumpolaires, dans chaque soirée d'observation. Sans doute, nous n'avons pas présenté comme définitives nos recherches sur cette constante fondamentale de l'Astronomie; mais lorsque, avec le temps, on aura pu accumuler une série suffisamment longue de mesures, effectuées dans les conditions indiquées, le procédé si simple que nous avons proposé, et qui conduira à la connaissance de l'élément cherché, fournira une nouvelle preuve de la fécondité de nos méthodes. Nous n'avons pas dit autre chose dans notre Note des *Comptes Rendus*.

« Aujourd'hui que, avec un instrument corrigé des défauts qu'il présentait, et que nous avons cherché à rendre aussi parfait que possible, ces recherches vont être reprises, nous avons la conviction qu'elles nous conduiront rapidement à des résultats définitifs.

« Henri Renan.

Astronome-adjoint de l'Observatoire de Paris.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Les nouveaux navires à turbines de la Compagnie Cunard — La rapidité avec laquelle se développent les applications des turbines à vapeur à la navigation est telle qu'elles vont bientôt supplanter les machines à pistons sur deux magnifiques vaisseaux de la Compagnie transatlantique Cunard, avec des puissances de 70.000 chevaux et des vitesses de 23 nœuds. Mais, avant de se lancer définitivement dans un projet aussi hardi, la Compagnie Cunard a, très sagement, voulu faire, de ces turbines, une application, elle-même des plus hardies et remarquables, sur un navire moins colossal que ceux de 70.000 chevaux, mais déjà très grand : la *Garmania*, de 200 mètres de longueur et de 31.000 tonnes, avec trois turbines : une de haute et deux de basse pression, d'une puissance totale de 20.000 chevaux. Les essais de ce navire viennent d'être exécutés, et, comme l'a fait ressortir M. G. Richard à l'une des dernières séances de la Société d'Encouragement, en se basant sur les détails publiés par l'*Engineering*, c'est un événement des plus notables, une date à retenir dans l'histoire de la turbine à vapeur.

Avant de réaliser ce dessein, en apparence téméraire, de confier à des turbines le sort de la *Garmania*, la Compagnie Cunard a pris la sage précaution d'étudier, dans les plus grands détails et « expérimentalement », les principaux problèmes soulevés par cette application. Il s'agissait, en effet, de turbines d'une dimension tout à fait exceptionnelle : d'un diamètre de 3^m.30 sur 10^m.90 de longueur, pour celles de basse pression, qui présentent 340 tonnes, dimensions rendues nécessaires et par leur puissance et, surtout, par la lenteur de leur marche : 180 tours, nécessaire par la condition d'obtenir un bon rendement des hélices. Ces hélices, au nombre de 3, en bronze et à 3 ailes, ont 4^m.20 de diamètre, et marchent, à 180 tours, dans d'excellentes conditions.

Afin de pousser ces études préliminaires aussi loin que possible, on n'hésita pas à monter, chez les constructeurs de ces turbines, MM. J. Brown and Co, en Clydebank, un magnifique laboratoire d'essai, avec trois turbines, une de haute et deux de basse pression, d'une puissance totale de 1.800 chevaux, avec leurs condenseurs, etc., et agissant, non sur trois hélices, mais sur trois dynamos, dont il était facile de mesurer à chaque instant la puissance. On exécuta, dans cet atelier, pendant six mois, presque sans interruption, toute une série d'essais, dont la publication, si on la fait, sera des plus intéressantes, et qui donneront la solution pratique d'une foule de difficultés nouvelles, notamment en ce qui concerne la fixation des aubes et l'établissement de joints étanches à la vapeur et aux rentrées d'air dans le passage de l'arbre au travers des enveloppes des turbines.

La fabrication de ces turbines a, en outre, exigé l'em-

ploi d'un outillage spécial, adapté à leurs dimensions exceptionnelles. Des soins tout particuliers ont été pris pour l'équilibrage des rotors de ces turbines sur des vérificateurs à couteaux; les aubes, au nombre de 1.112.000, ont été fixées, puis vérifiées une à une; leur largeur varie de 50 à 193 millimètres, et les plus longues ont été consolidées radialement par des serrages au moyen de cercles en laiton, libres, néanmoins, de céder aux dilatations sans rien fausser.

En comparant l'ensemble de l'installation des turbines de la *Garmania* et celui des machines à quadruple expansion du bateau semblable, la *Caronia*, on voit, tout de suite, que l'encombrement des deux systèmes : turbines et machines à pistons, est sensiblement le même, ce qui est dû à l'extrême lenteur de la marche des turbines; mais, si l'encombrement est le même, l'aspect de la chambre de chauffe est notablement simplifié. En outre, il n'y a plus à se préoccuper, avec les turbines, de l'équilibre des forces d'inertie des pièces animées de mouvements alternatifs verticaux. De là, une absence presque complète de vibrations, extrêmement remarquable, et des plus agréables pour les passagers, en même temps que profitable à la solidité de la coque et à la conservation des arbres des hélices, débarrassés de tout à-coup et de leurs manivelles condées, si difficiles à ne pas surmener.

Le poids de l'installation des turbines est d'environ 3 % moins lourd que celui des moteurs à pistons, bien qu'il ait fallu, pour assurer un vide exceptionnellement élevé, condition essentielle au rendement des turbines, augmenter de 20 % la surface des condenseurs, et presque doubler le débit des pompes de circulation. Il porter à 60 fois le poids de vapeur condensée. En outre, pour assurer ce vide exceptionnel, on a complété les pompes à air ordinaires par l'addition de pompes à air sèches, n'aspirant, du haut du condenseur, que de l'air et un peu de vapeur, sans eau; division du travail qui tend, d'ailleurs, à se répandre dans toutes les grandes installations de condenseurs.

En marche normale, la vapeur passe de la chaudière à la turbine de haute pression, puis à celles de basse pression, où elle achève sa détente, et, de là, aux condenseurs; mais, pour les manœuvres, une valve commandée mécaniquement de la plate-forme permet de séparer la turbine de haute pression de chacune des deux autres, que l'on peut ainsi faire manœuvrer indépendamment. Chacune des turbines est pourvue d'un régulateur limitant son accélération à 10 % de la vitesse normale de 180 tours, et d'un arrêt de sûreté qui coupe la vapeur dès que les turbines commencent à s'emballer.

Nous ne possédons, sur les essais de la *Garmania*, encore aucun détail; tout ce que l'on sait, et c'est l'essentiel, c'est qu'ils ont parfaitement réussi, comme sûreté et douceur de marche, puissance, économie et facilité d'évolution du navire. Il s'agit donc bien, ici, d'un important événement dans l'histoire des turbines à vapeur, qui méritait d'être signalé, quelle que soit l'issue finale, et que nous souhaitons heureux, de cette innovation conduite avec, à la fois, tant de hardiesse et de méthode.

§ 3. — Physique

Une lampe de projection nouvelle. — On s'était jusqu'ici borné, dans les cours et conférences publiques, à la projection d'objets transparents. Le dispositif projecteur récemment construit par une maison américaine, Williams, Brown et Earle, à Philadelphie, permet la projection, en couleurs brillantes, d'un objet opaque quelconque de moins de 25 pouces carrés. Par ce moyen, les papillons montés sont, par exemple, reproduits devant un auditoire de 1.000 personnes, aussi bien que les fleurs séchées sous presse, qui apparaissent en teintes resplendissantes sur l'écran

de projection. Un objet quelconque, par exemple la main humaine, le cadran d'une horloge ou un dispositif mécanique en plein fonctionnement, est reproduit sans difficulté sur l'écran de l'appareil. On pourra même se servir, dans ces projections si instructives, des planches illustrant les traités et les revues, des chromolithographies et photographies, ordinaires ou chromatiques, ainsi que de tout genre de dessins ou croquis, qui, colorés ou non, se présenteront sur l'écran avec une netteté remarquable. Le fait que cet appareil est adapté facilement à tout stéréopticon ordinaire en augmente l'utilité. Les sources de lumière les plus appropriées à l'emploi du projecteur sont les arcs voltaïques et la lumière du calcium.

Après avoir traversé le condenseur de projection ordinaire A, les rayons lumineux (fig. 1) sont concentrés sur la lentille d'éclairage, disposée en B, qui distribue le pinceau brillant sur l'objet situé en D. Un objectif de projecteur normal est fixé en E, de telle manière que l'objet brillamment éclairé se trouve en D exactement dans son foyer. Aussi son image est-elle projetée par l'objectif E sur le miroir F qui, à son tour, la reflète sur l'écran.

Il est bon de noter que l'objet est uniformément éclairé en D par la lentille d'éclairage, tandis que, dans tous les autres appareils construits dans un but analogue, il se produit des taches alternativement claires

et n'y ont trouvé, à part la cystine, rien d'anormal, et notamment pas d'acides aminés tels que la leucine ou la tyrosine. Toutefois ces corps, — tyrosine, asparagine, — ajoutés à la ration du malade, passaient inaltérés dans les urines. Le sujet était donc capable de brûler les acides aminés résultant de la dégradation de ses aliments protéiques, mais non ceux qui lui venaient directement du dehors. Aujourd'hui, MM. Abderhalden et Schittenhelm¹ signalent un cas de cystinurie, où l'urine contenait de la leucine et de la tyrosine, qui ont été isolées et analysées. La leucine a été séparée par évaporation de l'urine dans le vide et cristallisation spontanée, et la tyrosine au moyen du réactif naphthalène-sulfonique, dont la *Revue*² a signalé l'emploi de plus en plus fréquent en Chimie biologique. Il est vraisemblable que, si l'on étudiait méthodiquement à ce point de vue l'urine des cystinuriques, en se servant des procédés perfectionnés dont on dispose aujourd'hui, on constaterait souvent, peut-être régulièrement, la présence d'autres acides aminés à côté de la cystine. L'élimination de tels composés par les urines est, d'ailleurs, beaucoup plus fréquente qu'on l'a admis jusqu'à présent. Ainsi, MM. Abderhalden et Schittenhelm³ ont trouvé des acides aminés, et notamment de la tyrosine, dans l'urine d'un certain nombre de malades, dans des cas de diabète, de coma diabétique, d'artério-sclérose avec myocardiite, d'ictère avec obstruction du cholédoque, d'anesthésie très prolongée par le chloroforme et l'éther.

Quoi qu'il en soit, le cas de cystinurie avec élimination simultanée de leucine et de tyrosine est une confirmation précieuse de ce qui a été dit plus haut touchant la nature de la cystinurie. Si la cystine a dommé jusqu'à présent la scène et donné son nom à l'affection, c'est uniquement à cause de son insolubilité relative et de sa tendance à former des sables et des calculs. Mais elle n'est que l'un des acides aminés dont l'élimination anormale par les urines constitue la caractéristique chimique de cette maladie.

§ 5. — Paléontologie

Les « Galeries nationales » du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. — Le troupeau d'Iguanodons du Musée de Bruxelles est bien connu du public français, qui a pu l'admirer, soit au Musée de la Place Royale, soit au Parc Léopold. Momentanément dispersé, il vient de réapparaître, considérablement accru, dans des locaux plus dignes de lui. Les nouvelles Galeries du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique ont été, en effet, récemment inaugurées.

Elles renferment, groupés dans l'ordre chronologique, les Vertébrés, fossiles et vivants, et les industries de l'Homme préhistorique recueillies jusqu'à ce jour sur le sol belge. Les importantes découvertes qui ont été faites en Belgique dans ces trente dernières années, et qui ont tant contribué aux progrès de la Paléontologie et de la Préhistoire, y sont admirablement présentées. L'ouverture de ces Galeries au public constitue un véritable événement pédagogique. A cette occasion, il nous paraît intéressant de retracer brièvement l'histoire du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.

Ce Musée a pour origine une partie des collections du prince Charles de Lorraine. Rattaché d'abord à l'ancienne Académie de Belgique, il devint ensuite la propriété de la Ville de Bruxelles. En 1812, l'Etat s'en rendit acquéreur, et procéda à son organisation. La direction fut confiée au vicomte du Bus. Les collections étaient alors fort restreintes, dispersées et non scientifiquement classées. Avec les faibles ressources dont il

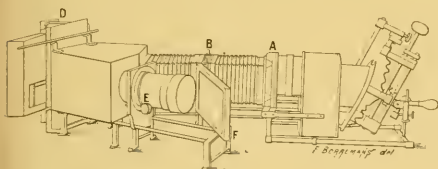


Fig. 1. — Nouvelle lampe de projection par réflexion. — A, condenseur; B, lentille; D, place de l'objet à projeter; E, objectif; F, miroir.

et sombres. La lentille d'éclairage est ajustée de telle façon que le pinceau lumineux émanant du condenseur se distribue uniformément à travers la surface tout entière de l'objet placé en D, ou bien se concentre sur une portion ou région donnée de ce dernier, dont il éclaire les détails les plus fins. Comme les images sont renversées par le miroir F, on lit parfaitement les imprimés projetés sur l'écran.

Au moyen d'une plaque de support spéciale, l'appareil peut être disposé pour permettre à volonté la projection des objets opaques ou transparents; on passe rapidement d'une disposition à l'autre.

Alfred Gradenwitz.

§ 4. — Chimie biologique

Sur la Cystinurie. — La cystine et la cystinurie attirent beaucoup, depuis quelque temps, l'attention des chimistes et des physiologistes. C'est que la cystinurie, qui s'est présentée pendant longtemps comme une simple curiosité, une rareté pathologique, portant sur un acide aminé spécial, la cystine, apparaît de plus en plus comme n'étant qu'une des manifestations d'un trouble général de la physiologie des acides aminés, c'est-à-dire de la fraction la plus importante des deux tiers au moins des fragments de la molécule albumine.

La *Revue*¹ a déjà attiré l'attention de ses lecteurs sur cette question, en rendant compte d'un intéressant travail de MM. Lewy et Neuberg sur un cas de cystinurie.

En examinant l'urine de leur malade, ces savants

¹ Abderhalden et Schittenhelm : *Zeitschr. f. phys. Chem.*, t. XLV, p. 468, 1902.

² Voyez la *Revue* du 30 janvier 1903, p. 78, note 2.

³ Abderhalden : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 30. — Abderhalden et Schittenhelm : *Ibid.*, t. XLV, p. 471.

⁴ Voy. la *Revue* du 15 mars 1903, p. 191.

disposait, du Bus ne put donner à l'Etablissement qu'il dirigeait un bien grand développement. Il est cependant un fait qui donne à du Bus un titre à la reconnaissance des paléontologistes : Dès que les travaux militaires pour la défense d'Anvers furent commencés, en 1860, du Bus mit son activité à faire recueillir et à préserver les innombrables restes de Cétacés et de Poissons rencontrés dans le Miocène et le Pliocène. Plus de 200 mètres cubes d'ossements de toute espèce furent exhumés.

Mais, ce n'est qu'en 1868 que le Musée d'Histoire naturelle de Belgique reçut son organisation définitive. M. Ed. Dupont fut alors appelé à la direction de cet Etablissement; le personnel scientifique fut complètement renouvelé et considérablement augmenté¹.

pouvait que compromettre le résultat auquel aspiraient les organisateurs : contribuer activement à l'avancement de la Science.

Tous les efforts de la Direction et du personnel scientifique du Musée portèrent donc uniquement sur la Belgique. Nous allons voir de quel succès ces efforts furent couronnés.

De 1860 à 1870, M. Ed. Dupont se consacra à l'exploration méthodique des cavernes de la province de Namur. Il reconnut, dans les dépôts quaternaires qui les remplissent, la superposition de la faune du lienne à celle du Mammouth. Il en retira d'innombrables spécimens des industries paléolithiques qui s'y sont succédés, de nombreux restes des faunes précitées, et, enfin, la célèbre mâchoire humaine de la Naulette. Si

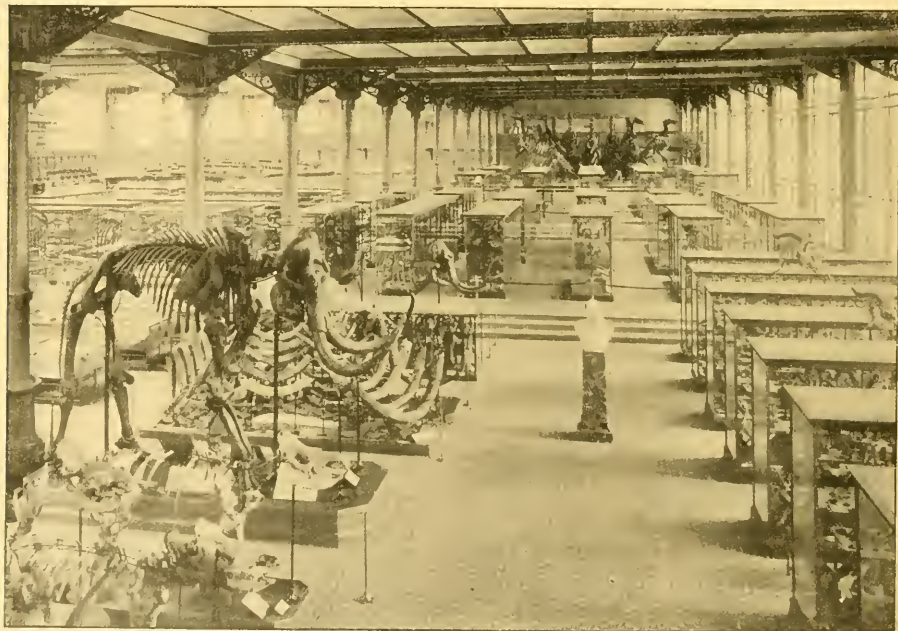


Fig. 1. — Vue d'ensemble de la Galerie des Vertébrés au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique (Bruxelles). — On distingue : Sur le premier palier : à gauche et aux premiers plans, quelques *Rhinoceros tichorhinus* et le Mammouth de Liège; plus en arrière, *Elephas antiquus*; Sur le second palier : les Sireniens miocènes et oligocènes; Sur le troisième palier : à gauche, dans la grande cage vitrée, un groupe de Mosasauriens en position de glissement; Sur le quatrième palier : à droite, un groupe d'Iguanodons montés. On voit, en outre, sur le côté gauche de la galerie, et suspendus près du balcon réservé aux Poissons, plusieurs squelettes à peu près complets de *Caracaron plicatus* et miocènes. Le plus grand d'entre eux, provenant du Pliocène d'Anvers et appartenant au *Caracaron marginalis*, atteint près de dix mètres de longueur; c'est le plus grand requin connu. (Cliché L. Lagaert, Bruxelles.)

La Belgique, avec ses terrains très variés et souvent très fossilifères, présentait un vaste champ d'études. L'extension des recherches aux terrains étrangers ne

¹ Une décision ministérielle du 4 avril 1868 déterminait le rôle du Musée :

1. Musée royal d'Histoire naturelle a un caractère essentiellement national.

2. Son attribution fondamentale est la reunion et l'étude des représentants des trois règnes de la Nature ayant existé ou existant en Belgique.

3. Les collections étrangères à notre territoire sont principalement composées des éléments nécessaires à l'étude comparative des collections nationales.

les outils utilisés par l'homme préhistorique sont fréquents dans le Quaternaire, les restes humains y sont, par contre, d'une extrême rareté. C'est ce qui fait l'importance de la découverte de M. Dupont. La mâchoire de la Naulette fut recueillie en position stratigraphique dans le Paléolithique supérieur. Elle présente un caractère nettement pithécéen.

C'est à l'année 1877 que remonte la mémorable découverte des Iguanodons, faite au cours de travaux exécutés dans le Charbonnage de Bernissart (Hainaut), à proximité de la frontière française.

Le percement d'une galerie de recherches, à 322 mètres de profondeur, traversa une profonde dépression, inter-

rompant la continuité des bancs du terrain houiller, et remplie de dépôts d'âge wealdien. C'est au milieu de ces dépôts que les ingénieurs de Bernissart rencontrèrent les premiers Iguanodons belges. Grâce au dévouement scientifique de la Société du Charbonnage de Bernissart, le Musée put exécuter des fouilles considérables, difficiles et souvent dangereuses, qui ramènèrent au jour vingt-deux Iguanodons, la plupart complets, dont quelques-uns atteignent plus de 10 mètres de longueur.

Ces restes précieux furent étudiés, d'abord par M. Boulenger, — alors Conservateur au Musée de Bruxelles, — ensuite et surtout par M. L. Dollo, successeur de M. Boulenger dans les mêmes fonctions. Les travaux remarquables de M. Dollo firent connaître en détail l'ostéologie et l'ethologie des Iguanodons, en même

Limbourg, et dont quelques-uns atteignaient plus de 15 mètres de longueur.

L'histoire des Mosasauriens a donc pu faire, en Belgique, de grands progrès, et, ici encore, c'est à M. Dollo qu'on les doit :

Au point de vue taxonomique, M. Dollo distingue, parmi les Mosasauriens de la Belgique, et à côté du genre *Mosasaurus*, les nouveaux genres *Plioplatecarpus*, *Hainosaurus* et *Prognathosaurus*.

L'étude anatomique de chacune de ces formes le conduit à établir la phylogénie des Mosasauriens et à retrouver les caractères éthologiques de plusieurs d'entre eux. Il indique les relations des Mosasauriens, des Lacertiens et des Dolichosauriens, et montre que ces derniers sont généalogiquement intermédiaires entre les Lacertiens et les Mosasauriens. Il reconnaît,

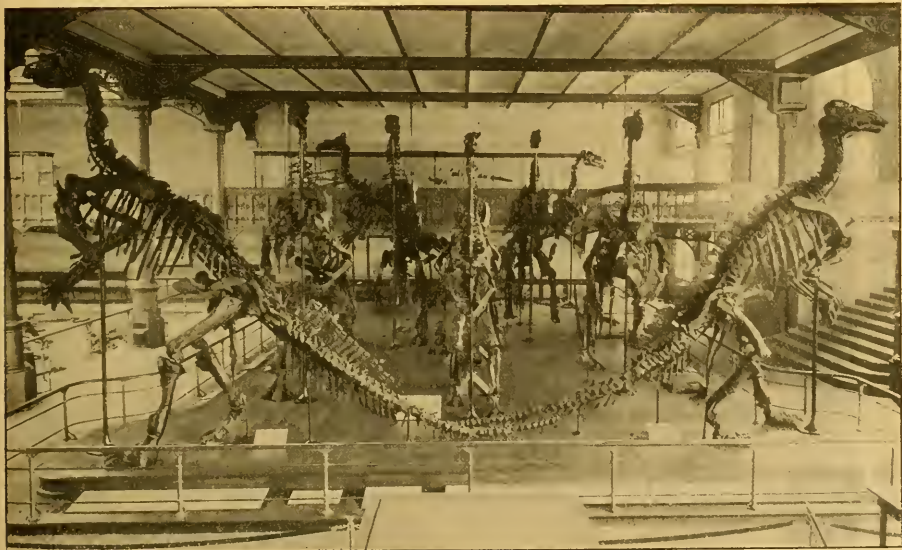


Fig. 2. — Groupe d'Iguanodons montés du Wealdien de Bernissart, au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique (Bruxelles). — Au centre et en avant, un *Iguanodon Mantelli*; sur les côtés et au fond, neuf *Iguanodon Bernissartensis*. On distingue, à gauche, une partie de la fosse qui contient les douze Iguanodons en position de gisement. (Cliché L. Lagaert, Bruxelles.)

temps qu'ils contribuèrent à faire progresser l'histoire générale des Dinosauriens.

L'un des principaux résultats scientifiques des fouilles de Bernissart fut encore de faire connaître quelques Crocodiliens, qui ont, pour l'évolution de ce groupe, une importance capitale, bien mise en évidence par M. Dollo :

Les deux types de Crocodiliens reconnus à Bernissart (*Goniopholis* et *Bernissartia*) appartiennent aux Mésosuchiens, groupe intermédiaire entre les Parasuchiens de l'époque triasique, et les Eusuchiens des époques tertiaire et actuelle.

Par son armure dermique, le genre *Goniopholis* se rapproche des Crocodiliens anciens, tandis que le genre *Bernissartia*, rappelant davantage les Crocodiliens modernes, constitue un terme de transition entre les Crocodiliens primitifs et les Crocodiliens actuels.

Le Musée d'histoire naturelle de Belgique possède, à lui seul, la presque totalité des Mosasauriens recueillis en Europe. On est frappé, en pénétrant dans le Musée de Bruxelles, du nombre prodigieux de ces monstres qui habitaient les mers crétacées du Hainaut et du

dans le *Mosasaurus*, un Mosasaurien nageur, vivant près de la surface, et capable de capturer à la course de formidables proies, et, dans le *Plioplatecarpus*, un Mosasaurien plongeur, pouvant descendre à de grandes profondeurs, et se nourrissant de faibles proies.

On sait que certains Rhynchocéphaliens — en particulier le seul représentant actuel de ce groupe, le genre *Hatteria* — et la plupart des Lacertiens ont l'os pariétal percé d'une petite ouverture, qui, chez les formes actuelles, est occupée par un organe sensoriel, l'« œil pinal » ou « troisième œil ». Chez les *Hatteria* et chez les *Lacerta*, cet « œil » présente une structure histologique rappelant celle des yeux normaux des Vertébrés. Mais, il ne semble pas que cet « œil » recouvert par la peau, et même par du tissu conjonctif (*Hatteria*), puisse remplir le rôle d'organe visuel. Or, le trou pariétal existe aussi chez les Mosasauriens. Chez le *Plioplatecarpus*, il atteint même des dimensions exceptionnelles, et dénote ainsi l'existence d'un « œil pinal » relativement volumineux, qui a peut-être pu jouer là le rôle d'organe de la vue.

Enfin, depuis plus de dix années, l'étude des industries de l'homme préhistorique a pris, en Belgique, et sous l'impulsion de M. A. Rutot, conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle, un grand développement.

L'industrie de la pierre taillée, ou industrie paléolithique, a, évidemment, dû être précédée d'une industrie plus primitive, dite éolithique, consistant en une simple utilisation des matériaux.

Appliquant les méthodes stratigraphiques à l'étude des dépôts renfermant les industries primitives, M. Rutot a pu suivre l'évolution de l'industrie éolithique. Il a pu voir cette dernière se rattacher à l'industrie paléolithique par une industrie intermédiaire (strépyenne), occupant, dans l'échelle du Quaternaire, une position intermédiaire entre les formations contenant les instruments éolithiques et celles qui caractérisent les instruments paléolithiques.

Ces recherches, faites sur le précieux matériel du Musée de Bruxelles, ont provoqué, à l'Etranger, un grand mouvement, dont le résultat a souvent été une confirmation des idées de M. Rutot.

Les locaux du Musée de la Place Royale devinrent bientôt trop exigus pour contenir toutes ces richesses, produit de fouilles ininterrompues entreprises sur tous les points de la Belgique. On dut donc déplacer les collections. Elles furent transférées au Parc Léopold, dans l'ancien Jardin zoologique. Là encore, l'installation devint vite insuffisante; il fallut songer à l'agrandir.

Cette fois, M. Dupont se proposa de faire une œuvre définitive. Son but était de réunir dans de vastes galeries tout ce qui est relatif à la Paléontologie belge, et de grouper les êtres de telle façon qu'on pût embrasser d'un coup d'œil les diverses étapes de l'Histoire de l'évolution. Après avoir réussi à intéresser à son projet les Pouvoirs publics, M. Dupont obtint du Gouvernement les crédits nécessaires pour la construction des Galeries nationales, au Parc Léopold.

La construction des grands édifices publics, des musées en particulier, est souvent confiée à des architectes auxquels est laissée la plus grande initiative. Soucieux de leur renom artistique, ils portent tous leurs efforts sur la partie extérieure, visible, du monument, ne se préoccupant pas outre mesure, pour l'aménagement intérieur, de l'affectation de l'édifice. Le monument terminé, on devra donc lui adapter les collections pour la conservation desquelles il a été élevé. De tout autre esprit a présidé à la construction des nouvelles Galeries du Musée de Bruxelles. Le plan suivant lequel les matériaux d'exposition seraient disposés fut arrêté d'avance. Les Vertébrés devant être placés dans l'ordre chronologique, la pente du sol fut utilisée pour diviser la Galerie en quatre paliers destinés à recevoir respectivement les êtres des quatre grandes époques : récente et quaternaire, tertiaire, crétacée, infracrétacée.

Sur chaque palier, la place de chaque pièce fut déterminée. La plupart des pièces réclamaient la protection des vitrines. Celles-ci furent, toutes, construites sur le même modèle, et adaptées aux matériaux qu'elles devaient abriter.

Il ne restait plus qu'à poser sur cet ensemble une immense cloche permettant l'introduction du maximum de lumière. C'était là le rôle de l'architecte, M. Jasslet. Ce dernier fut en rapport continu avec la Direction, dont il devenait le collaborateur. Il comprit admirablement son rôle, s'efforçant d'harmoniser l'esthétique avec les besoins auxquels devait répondre l'édifice, mais sans jamais, cependant, sacrifier ceux-ci à celle-là. Néanmoins, son œuvre a fort belle allure.

Les muséums et ateliers de montage, spacieux et bien éclairés, sont situés dans les sous-sols, qui donnent de l'air-pied sur une terrasse du parc.

La Galerie des Vertébrés prend tout le rez-de-chaussée. Le premier étage est occupé par le bureau du directeur, des conservateurs et des collaborateurs¹.

Le second étage, en voie d'aménagement, est destiné à recevoir les collections d'Invertébrés fossiles et actuels de la Belgique.

La Galerie des Vertébrés est, comme on l'a vu, divisée en quatre paliers (fig. 1).

Sur le premier palier, à l'entrée de la Galerie, se trouvent exposés, de droite à gauche :

1° Les Mammifères, les Oiseaux, les Reptiles et les Batraciens actuellement vivants en Belgique ;

2° Les grands Mammifères quaternaires *Rhinoceros tiehormus*, *Elephas primigenius* (Mammouth), *E. antiquus*, etc. ;

3° Les industries éolithique, paléolithique et néolithique ;

4° Les industries et la faune des cavernes de la province de Namur.

Le second palier a reçu les Mammifères et les Reptiles tertiaires : les Odontocètes et les Mysticètes du Miocène et du Pliocène d'Anvers; les Siréniens du Miocène et de l'Oligocène; les Tortues de l'Oligocène, de l'Éocène et du Paléocène; le *Champsosaurus* du Landénien; etc.

Le troisième palier est occupé par les Reptiles (Mosaursiens et Tortues) du Crétacé supérieur du Limbourg et du Hainaut.

Le quatrième est réservé aux Iguanodons, dont un certain nombre ont été reconstitués (fig. 2), tandis que les autres sont disposés dans une fosse, en position de gisement.

Enfin, un balcon, partant du second palier et occupant le côté gauche et le fond de la Galerie, a reçu les Poissons actuels et les innombrables restes de Poissons fossiles recueillis dans les diverses formations géologiques de la Belgique.

Toutes les pièces exposées sont accompagnées d'explications qui ont été rédigées, à quelques exceptions près, par MM. Ed. Dupont, L. Dollo et A. Rutot, et qui résument, d'une façon admirablement claire et précise, l'état actuel des connaissances dans le domaine de la Paléontologie des Vertébrés et dans celui de la Préhistoire.

Les collections nationales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique répondent donc bien à leur double but : l'avancement et la diffusion de la Science. Au spécialiste, elles offrent, pour ses études, de précieux matériaux de comparaison; au public, elles présentent une synthèse de l'Histoire de l'évolution des êtres.

Elles font, enfin, le plus grand honneur à la Direction qui en a conçu le plan, aux savants qui les ont classées, au pays qui en assure la préservation au prix de lourds sacrifices.

Maurice Leriche,

Préparateur de Géologie à l'Université de Lille.

§ 6. — Sciences médicales

Crises convulsives et lésions parathyroïdiennes. — Les physiologistes ont démontré que l'ablation des parathyroïdes, chez les animaux, provoque des accidents convulsifs et que les crises tétaniques, observées quelquefois chez l'homme après thyroïdectomie globale, sont vraisemblablement la conséquence de la seule parathyroïdectomie pratiquée en même temps que la thyroïdectomie.

MM. P. Carnot et Delion viennent de publier, dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* (p. 324), une observation très intéressante de crises convulsives, ayant duré huit heures et terminées par la mort, chez une malade présentant une parathyroïdite tuberculeuse, confirmant ainsi cliniquement les conclusions des expérimentateurs et des chirurgiens.

Il s'agit d'une femme de vingt-quatre ans, atteinte

¹ S'est adjoint des collaborateurs temporaires, choisis parmi les spécialistes belges et étrangers. Ainsi, les Poissons de Bernissart ont été confiés à M. le Dr Traquair, d'Edinburgh; les Odontocètes fossiles, à M. le Dr Abel de Vienne; les Poissons tertiaires, à l'auteur de ces lignes.

² Outre son personnel permanent, le Musée de Bruxelles

de tuberculose pulmonaire depuis plusieurs années et arrivée au terme ultime de sa maladie. Après une journée de somnolence anormale, la malade présentait brusquement des crises convulsives subintrantes, qui provoquèrent la mort en huit heures.

« Les mouvements que l'on put observer ne répondent à aucune description classique et rappellent à la fois ceux de la chorée, de l'athétose et de la tétanie; ils ont pour caractère général d'être essentiellement polymorphes, souvent symétriques et coordonnés, et généralement d'un rythme lent. La face est convulsée de grimaces qui se succèdent rapidement, en lui donnant tour à tour un masque grotesque ou tragique; les lèvres se projettent en trompe ou sont renversées en dehors; la langue se contorsionne dans un coin de la bouche, serrée par les dents et cyanosée; la mâchoire inférieure présente un peu de trismus et parfois un prognathisme rythmique. La tête ne présente aucune raideur de la nuque; elle est parfois animée de mouvements de salutation rythmiques ou s'enfonce entre les épaules. Le tronc conserve également, au moins par intervalles, une grande laxité de mouvements. Brusquement, les membres inférieurs s'allongent, se tendent, se raidissent en extension forcée, les orteils relevés, ou bien ils présentent des mouvements rythmiques de va-et-vient ressemblant aux mouvements de natation. Les membres supérieurs sont tantôt fléchis et croisés sur la poitrine, tantôt raidis en extension, animés d'un mouvement de torsion sur leur axe ou fixés soit en rotation externe et en extension forcée, soit en pronation et en flexion forcée, les trois premiers doigts étendus; on observe parfois la position classique de la tétanie... parfois les mouvements lents et rythmiques de l'athétose.

« Ces mouvements incessants, qui échappent à toute description et ne se rapprochent que par instants des types les plus classiques, durent toute la journée, sans aucun cri ni aucune expression douloureuse. »

L'autopsie, pratiquée par MM. P. Carnot et Delion, a permis de noter les faits suivants : multiples excavations pulmonaires, pneumothorax, infiltration tuberculeuse des deux poudrons; — aucune trace de méningite, aucun tubercule au niveau des plexus choroïdaux, aucune trace de lésion cérébrale en foyer, aucune hémorragie cérébrale; — glande thyroïde à peu près normale, sauf cependant un peu de sclérose; — glandes parathyroïdiennes internes un peu scléreuses, mais à peu près normales; — des parathyroïdes externes, l'une fait défaut, l'autre est transformée en masse caséuse amorphe, entourée de tissu scléreux.

Les accidents observés ne pouvant être rapportés ni à une méningite, ni à une lésion rénale, tant à cause de leurs caractères que de l'intégrité des méninges et des reins, il est naturel de les attribuer à l'insuffisance parathyroïdienne, résultant de la disparition d'une parathyroïde externe et de la destruction de l'autre.

Les convulsions notées chez la malade de MM. Carnot et Delion doivent donc être rapprochées des convulsions tétaniques observées quelquefois par les chirurgiens après thyroïdectomie totale et des convulsions tétaniques se manifestant chez les animaux après parathyroïdectomie.

Cette observation clinique vient donc confirmer les conclusions physiologiques, à savoir : que les parathyroïdes jouent un rôle nécessaire à la conservation de l'équilibre des fonctions organiques, et que leur ablation provoque des crises tétaniques; — que les thyroïdes ne peuvent suppléer les parathyroïdes.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Exploration hydrographique des côtes du Maroc. — Le *Bulletin du Comité de l'Afrique française* vient de publier le Rapport du lieutenant de vaisseau Dyé sur une campagne de reconnaissance hydrographique des côtes du Maroc, qu'il a accomplie dans le courant de cette année.

L'on don généreux de deux cent mille francs avait permis d'organiser cette exploration, qui était de toute nécessité, car la seule carte marine générale que l'on possède remonte à 1835 et les points y sont marqués avec des erreurs de dix à douze kilomètres en longitude. D'autre part, les cartes de détail pour les mouillages ont été si sommairement levées que des têtes de rochers dangereuses pour les navires ont été découvertes en plein port à Mazagan et à Tanger.

Deux Missions se sont partagées le littoral marocain : d'une part, celle de M. Dyé sur le yacht *Aigle*; d'autre part, celle de M. Renaud, ingénieur hydrographe, choisi par une compagnie particulière qui postule la construction des ports de Tanger, de Casablanca et de Safi. Les documents recueillis de Tanger à Agadir vont permettre au Service hydrographique du Ministère de la Marine de dresser des cartes sérieuses.

Les conclusions de M. Dyé aggravent la mauvaise opinion que l'on avait déjà de la côte marocaine au point de vue de la navigation. Il faut abandonner l'idée que l'on avait de l'existence d'un port naturel à Agadir, dans le Sous. « Comme situation maritime, dit M. Dyé, et comme qualité nautique, Agadir ne présente pas de conditions meilleures que Safi... Les travaux de port, les jetées à construire seront également coûteux dans ces deux endroits. » Donc, du côté de l'Atlantique, pas de port naturel. Et, en attendant qu'on en aménage, M. Dyé demande qu'on multiplie le nombre des « barcoscos » qui opèrent les déchargements et qu'on les fasse remorquer par des vapeurs, que l'on construise de petites jetées pour les abriter, qu'on place sur quelques points des balises et des phares, et qu'on négocie avec le makhzen l'ouverture des mouillages d'Agadir et de Mahédia, actuellement interdits aux bâtiments européens.

§ 8. — Enseignement

Personnel universitaire. — M. Barbillon, docteur ès sciences, maître de conférences d'Electro-technique à la Faculté des Sciences de Grenoble, est nommé professeur de Physique industrielle à ladite Faculté.

M. Guillon, docteur ès sciences, maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Nancy, est chargé d'un cours de Physique à ladite Faculté.

M. Rothé, docteur ès sciences, maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Grenoble, est nommé maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. Floquet, professeur d'Analyse à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé doyen de ladite Faculté.

M. Thovet, docteur ès sciences, est nommé maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Grenoble.

A l'Ecole Polytechnique. — Le jury d'admission à l'Ecole Polytechnique pour 1906 est composé comme il suit :

Pour les *Mathématiques* : M. Laisant, docteur ès sciences, répétiteur à l'Ecole Polytechnique;

M. Lucien Lévy, agrégé des sciences mathématiques, professeur suppléant au Conservatoire des arts et métiers, répétiteur à l'Ecole Polytechnique;

M. Briard, ingénieur des manufactures de l'Etat, répétiteur à l'Ecole Polytechnique;

M. Konigs, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, répétiteur à l'Ecole Polytechnique;

M. Vessiot, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

Pour la *Physique* : M. Amagat, membre de l'Institut, répétiteur à l'Ecole Polytechnique.

Pour la *Chimie* : M. Bouveault, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Pour la *langue allemande* : M. Mathis, agrégé d'allemand, maître de conférences à l'Ecole des Ponts et Chaussées, professeur au lycée Saint-Louis, maître de conférences à l'Ecole Polytechnique.

L'HYSTÉRÉSIS MAGNÉTIQUE

PREMIÈRE PARTIE :

L'AIMANTATION DANS UN CHAMP QUI VARIE TRÈS LENTEMENT

Depuis douze ans, nous nous efforçons, en nous aidant des méthodes de la Thermodynamique générale, de construire une théorie capable de mettre un peu d'ordre dans l'étude des modifications permanentes. Nous avons tenté d'appliquer cette théorie aux transformations les plus variées : changements d'aimantation, déformations élastiques, dilatations par la chaleur, changements allotropiques du soufre, absorption de l'eau par les substances colloïdales, trempe et recuit des aciers. Il est clair qu'une telle généralité n'a pu être acquise qu'au prix d'une complication analytique assez grande ; il est clair aussi que la constitution d'un semblable système, destiné à ordonner un ensemble très vaste et très confus de lois expérimentales, a été le fruit de bien des tâtonnements, de bien des retouches. Ces diverses causes rendent nos recherches sur les modifications permanentes bien peu accessibles à la plupart des lecteurs.

Nous avons pensé qu'il était possible d'en mettre au moins l'esprit et la méthode à la portée des physiciens ; dans ce but, nous avons choisi l'un des phénomènes, les changements d'aimantation, auxquels notre méthode s'applique, et nous en avons donné un exposé conforme à cette méthode ; ce choix nous a semblé le meilleur, parce que les modifications permanentes de l'aimantation nous paraissent être les altérations permanentes les plus simples et celles dont les expérimentateurs ont le plus complètement débrouillé les lois.

L'exposé que nous présentons en ce qui suit est entièrement débarrassé de tout appareil algébrique ; il laisse de côté tout historique et toute discussion, soucieux uniquement de mettre en évidence l'enchaînement logique des principales idées.

Si nous eussions voulu comparer chacune des propositions qui constituent la théorie avec les lois que les expérimentateurs nous ont révélées, il eût fallu donner à cet exposé des proportions beaucoup plus vastes ; nous avons donc dû omettre cette comparaison. Mais ceux qui connaissent les nombreuses conquêtes faites, en ce domaine, par les observateurs, depuis M. Ewing jusqu'à M. Ch. Mairain, verront sans peine à quel point la théorie concorde avec les faits. Cette concordance est assez parfaite pour que notre exposé théorique puisse être, si l'on veut, regardé comme un aperçu, résumé et classé, de ce que les recher-

ches expérimentales des physiciens nous ont appris de plus certain et de plus clair touchant l'hystérésis magnétique.

I. — HYPOTHÈSES SIMPLIFICATRICES.

Lorsque l'on se propose d'étudier l'aimantation d'un morceau de fer ou d'acier placé en présence de courants électriques ou d'aimants, on est conduit à considérer, en chaque point du métal, deux vecteurs distincts, qui sont l'intensité d'aimantation et le champ magnétique.

L'intensité d'aimantation en un point d'un corps aimanté est, on le sait, définie par les propriétés suivantes : Si l'on découpe par la pensée, autour du point considéré, un volume infiniment petit, cet élément agira à distance comme une petite aiguille aimantée dont l'axe magnétique aurait même direction que l'intensité d'aimantation au point que l'on a choisi et dont le moment magnétique serait le produit de la grandeur de cette intensité d'aimantation par le volume de l'élément.

Le champ magnétique résulte de la composition de deux champs magnétiques partiels ; l'un de ces champs est engendré par les aimants ou les courants en présence desquels se trouve la masse métallique que l'on étudie ; l'autre est produit par l'aimantation même de cette masse. Au premier de ces deux champs on peut donner le nom de *champ magnétique d'origine extérieure* ou, plus brièvement, de *champ magnétique extérieur* ; au second, on peut donner le nom de *champ magnétique d'origine intérieure* ou de *champ magnétique intérieur*. C'est de la somme de ces deux champs, c'est-à-dire du *champ magnétique total*, qu'il sera toujours question dans ce qui va suivre, à moins que nous n'avertissions expressément du contraire.

Lorsqu'on soumet une masse de fer ou d'acier à des actions magnétiques variables, en sorte que son état d'aimantation change continuellement, il arrive, en général, que l'intensité d'aimantation en un point déterminé de cette masse change, d'un instant à l'autre, non seulement de grandeur, mais encore de direction ; que le champ magnétique au même point change aussi de grandeur et de direction ; enfin, que l'aimantation et le champ magnétique ont, au même instant et pour le même point, des directions différentes. Il résulte de là que l'étude des changements d'aimantation d'une

masse métallique est forcément compliquée ; elle exige, en effet, qu'à chaque instant et en chaque point, l'on connaisse les grandeurs et les directions de deux vecteurs distincts ; d'ailleurs, pour déterminer la grandeur et la direction d'un vecteur, on fait choix, en général, d'un système de coordonnées et l'on donne les trois composantes de ce vecteur suivant les trois axes coordonnés ; on voit alors que l'étude des changements d'aimantation d'une masse métallique exigera que l'on connaisse, en chaque point de cette masse et à chaque instant, six grandeurs distinctes, savoir, les trois composantes de l'intensité d'aimantation et les trois composantes du champ magnétique.

On peut imaginer un cas où cette étude se trouverait grandement simplifiée.

Supposons qu'en un point déterminé de la masse métallique, l'intensité d'aimantation, tout en changeant de grandeur, garde sans cesse la même direction ; que le champ magnétique au même point soit aussi toujours dirigé suivant une même droite ; enfin, que ces deux directions invariables de l'intensité d'aimantation et du champ magnétique se confondent en une seule. Il est clair que, pour étudier les changements de l'aimantation en un tel point, il suffira de connaître à chaque instant deux grandeurs, la grandeur de l'intensité d'aimantation et la grandeur du champ magnétique.

Nous nous bornerons, dans ce qui va suivre, au problème très simplifié qui consiste à étudier les changements d'aimantation en un tel point.

Les circonstances qui définissent ce problème simplifié ne se rencontrent point d'une manière générale ; on peut, cependant, indiquer des cas particuliers où elles se trouvent réalisées.

Lorsqu'une sphère est uniformément aimantée, le champ engendré par son aimantation en chacun des points de sa masse est, lui aussi, uniforme ; il est dirigé suivant la même droite que l'aimantation, son sens est opposé à cette aimantation et sa grandeur s'obtient en multipliant par $\frac{4\pi}{3}$ la grandeur de l'aimantation.

Plaçons une sphère aimantée de la sorte au sein d'un champ magnétique uniforme, de telle sorte que la direction du champ soit la même que la direction de l'aimantation de la sphère ; nous pourrions aisément obtenir un tel résultat en mettant la sphère dans l'âme d'une bobine cylindrique très longue dont les spires soient parcourues par un courant, et en orientant l'aimantation de la sphère comme l'axe de la bobine. Si, à partir de cet état, nous imposons diverses variations au champ extérieur, mais sans en altérer l'uniformité et sans en changer la direction, l'aimantation de la sphère variera, mais elle demeurera toujours uniforme

et sera toujours dirigée comme le champ extérieur. Les circonstances simplificatrices que nous avons définies seront ainsi constamment réalisées pour chacun des points de cette sphère.

Les conditions initiales supposées dans ce qui précède peuvent, d'ailleurs, être assurées d'une manière très simple ; il suffit qu'au début la sphère soit complètement désaimantée et que le champ extérieur soit nul.

Ce que nous venons de dire d'une sphère uniformément aimantée, nous pouvons le répéter d'un ellipsoïde uniformément aimanté, pourvu, toutefois, que la direction de l'aimantation soit marquée par l'un des axes de l'ellipsoïde ; cet axe sera donc placé parallèlement aux génératrices de la bobine cylindrique.

Un barreau cylindrique très long, dont la section est circulaire ou elliptique, peut, sans grave erreur, être assimilé à un ellipsoïde de révolution ou à un ellipsoïde à trois axes inégaux. Que l'on prenne donc un tel barreau, désaimanté au préalable ; qu'on le place dans l'âme d'une bobine beaucoup plus longue que lui, de telle sorte que les génératrices du barreau et de la bobine soient parallèles, et que l'on fasse passer dans la bobine un courant variable ; à chaque instant, on pourra admettre que l'aimantation du barreau est à peu près uniforme et que cette aimantation et le champ intérieur ont presque la même direction que le champ extérieur.

II. — ASCENDANTES ET DESCENDANTES.

Au point que nous considérerons, les seules propriétés magnétiques variables que nous aurons à étudier seront la grandeur du champ magnétique total, que nous désignerons par H , et l'intensité d'aimantation, que nous nommerons M . Nous prendrons un système de coordonnées rectangulaires ; sur l'axe des abscisses, nous porterons une longueur proportionnelle à H et, sur l'axe des ordonnées, une longueur proportionnelle à M ; ces deux coordonnées détermineront un point ; ce point figuratif représentera les propriétés magnétiques au lieu étudié. La considération de ce point figuratif facilitera singulièrement les raisonnements que nous aurons à développer.

Supposons qu'en un état initial, l'aimantation ait une certaine valeur M_0 et le champ total une certaine valeur H_0 ; à ces données initiales correspondra un certain point figuratif P_0 .

Imaginons que nous fassions croître le champ total, ce qui se pourra faire, en général, en faisant croître le champ extérieur ; observons la valeur M de l'intensité d'aimantation qui correspondra à chaque valeur H prise par le champ total ; le point

figuratif qui aura pour coordonnées ces deux grandeurs H et M décrira une certaine courbe C , issue du point P_0 .

Nécessairement, le champ H aura cru avec une certaine vitesse. Reprenons notre corps aimanté dans l'état initial que figure le point P_0 et, à partir de cet état, faisons de nouveau croître le champ magnétique, mais avec une vitesse autre qu'en l'expérience précédente; le point figuratif décrira, à partir de la position initiale P_0 , une certaine courbe C' , généralement différente de la courbe C .

Si nous répétons une suite d'expériences analogues, en rendant de plus en plus petite la vitesse avec laquelle croît le champ magnétique total, nous admettrons que les courbes C, C', \dots tendent vers une certaine courbe limite A , issue du point P_0 . Cette courbe A nous fait connaître suivant quelle loi l'aimantation varie, à partir de la valeur M_0 , lorsqu'on fait croître le champ magnétique total à partir de la valeur H_0 , et cela avec une lenteur infinie. Cette courbe A est, par définition, la ligne ascendante qui passe au point P_0 .

D'une manière toute semblable, nous définirons la ligne descendante D , issue du même point P_0 ; cette ligne D nous fera connaître la loi suivant laquelle l'aimantation varie, à partir de la valeur M_0 , lorsqu'on fait décroître le champ total à partir de la valeur H_0 , et cela avec une lenteur infinie.

Soit un état magnétique caractérisé par une aimantation M et par un champ magnétique H ; il est figuré par un certain point P . Supposons qu'on ait amené le corps à cet état magnétique en faisant croître le champ avec une lenteur infinie; le point figuratif est donc venu en P en suivant l'ascendante A qui passe en ce point.

Faisons maintenant décroître le champ magnétique, à partir de la valeur H , toujours avec une lenteur infinie; l'aimantation variera de telle sorte que le point figuratif décrive la descendante D , issue du point P .

En ce second trajet, le point figuratif suivra-t-il simplement en sens inverse, à partir du point P , le trajet qu'il avait suivi pour parvenir au point P ? En d'autres termes, la ligne ascendante A , qui aboutit au point P , et la ligne descendante D , qui est issue du même point, sont-elles, oui ou non, une seule et même ligne, parcourue successivement en deux sens opposés?

Supposons d'abord que la descendante issue d'un point se superpose exactement à l'ascendante qui aboutit au même point, et suivons les conséquences de cette hypothèse.

Pretons le corps dans un état magnétique (H_1, M_1) figuré par un certain point P_1 , et faisons croître le champ, avec une lenteur infinie, de la valeur H_0 à la valeur H_1 ; l'aimantation passera de

la valeur M_0 à la valeur M_1 et le point figuratif se rendra de la position P_0 à la position $P_1 (H_1, M_1)$ en suivant une ascendante A .

Faisons maintenant décroître le champ magnétique, avec une lenteur infinie, à partir de la valeur H_1 ; d'après l'hypothèse faite, le point figuratif va, à partir de la position P_1 , reprendre en sens inverse le chemin A ; lors donc que le champ reprendra la valeur H_0 , le point figuratif reviendra en P_0 , et l'aimantation retrouvera la valeur M_0 qu'elle avait au début; un accroissement infiniment lent du champ magnétique, suivi d'une diminution infiniment lente, égale en valeur absolue à cet accroissement, n'aura déterminé aucun changement permanent dans la valeur de l'aimantation.

Il est des corps dont les propriétés magnétiques présentent, au moins approximativement, le caractère que nous venons de définir; de tels corps sont dits corps parfaitement doux ou corps exempts d'hystérésis (ὑστέρησις, retard). Mais, en un grand nombre d'autres corps, lorsque le champ magnétique reprend sa valeur initiale H_0 , après avoir subi les variations que nous avons définies, l'aimantation ne reprend pas sa valeur initiale M_0 ; elle demeure affectée d'une altération permanente; ces corps sont doués d'hystérésis. Nous voyons maintenant que, pour un corps doué d'hystérésis, la ligne ascendante qui aboutit en un certain point figuratif est distincte, en général, de la ligne descendante issue du même point.

III. — FORME DES ASCENDANTES ET DES DESCENDANTES.

Par chaque point du plan susceptible de figurer un état magnétique du corps étudié, il passe donc une et une seule ascendante, comme une et une seule descendante, et ces deux lignes se distinguent l'une de l'autre; nous allons examiner la figure qu'elles affectent.

Cette étude est grandement facilitée par une proposition qu'il nous faut, tout d'abord, établir.

Imaginons qu'avec la substance que nous voulons étudier, on ait fait deux sphères identiques et que l'on ait placé ces deux sphères, désaimantées au préalable, à l'intérieur de deux bobines identiques; imaginons aussi qu'à chaque instant, les courants lancés dans ces deux bobines soient égaux en intensité, mais de sens contraire; ces courants créeront, à l'intérieur des deux bobines, deux champs qui, à chaque instant, auront la même valeur absolue et des signes opposés. Une évidente raison de symétrie nous montre que les intensités d'aimantation de ces deux sphères seront, à chaque instant, égales en valeur absolue et de signes opposés. Dès lors, il est clair qu'à un

instant quelconque, si le champ total, à l'intérieur de l'une des sphères, a la valeur H et l'intensité d'aimantation la valeur M , à l'intérieur de l'autre sphère, le champ total aura la valeur $-H$ et l'intensité d'aimantation la valeur $-M$.

Ce point acquis, imaginons qu'au sein de la première sphère, le champ total croisse avec une lenteur infinie de la valeur H_0 à la valeur H_1 ; le point figuratif décrit une ascendante qui a pour origine le point $P_0(H_0, M_0)$, et pour extrémité le point $P_1(H_1, M_1)$; en même temps, au sein de la seconde sphère, le champ total décroît avec une lenteur infinie de la valeur $-H_0$ à la valeur $-H_1$; le point figuratif décrit une descendante qui joint l'origine $P'_0(-H_0, -M_0)$ à l'extrémité $P'_1(-H_1, -M_1)$. Par rapport à l'origine des coordonnées, le point P'_0 est symétrique du point P_0 , et le point P'_1 est symétrique du point P_1 ; nous pouvons donc formuler la proposition suivante : Si deux points figuratifs P_0, P_1 sont sur une même ascendante relative à une substance donnée, les deux points P'_0, P'_1 , respectivement symétriques des points P_0, P_1 par rapport à l'origine des coordonnées, sont sur une même descendante relative à cette substance.

La proposition que nous venons d'obtenir peut encore se formuler ainsi : Lorsque l'on connaît une ascendante relative à une substance déterminée, en prenant la symétrique de cette courbe par rapport à l'origine des coordonnées, on obtient une descendante propre à cette substance, et réciproquement.

En vertu de cette proposition, il suffit que les lignes ascendantes d'une substance soient connues pour que les lignes descendantes le soient aussi; tout renseignement qui concerne les lignes de la première famille entraîne un renseignement correspondant au sujet des lignes de la seconde famille.

De cette vérité, voici un premier exemple :

Nous admettons que, le long d'une même ascendante, l'intensité d'aimantation croît sans cesse en même temps que le champ magnétique total. Le point figuratif a le champ magnétique total pour abscisse et l'intensité d'aimantation pour ordonnée; si, conformément à l'usage, nous portons les abscisses positives vers la droite et les ordonnées positives vers le haut, nous pourrions dire que toute ligne ascendante monte de gauche à droite.

Dès lors, la corrélation qui existe entre les ascendantes et les descendantes nous permet d'énoncer cette autre proposition : Toute ligne descendante descend de droite à gauche.

Nous admettons que la valeur absolue de l'intensité d'aimantation admet une limite supérieure dont elle peut s'approcher d'aussi près que l'on veut, mais qu'elle ne peut atteindre, ni dépasser; cette

valeur, que nous désignerons par μ , définit l'état d'aimantation que l'on appelle *saturation*. On voit alors que tous les points susceptibles de figurer un état magnétique du corps étudié sont compris en une bande que bornent deux lignes parallèles à l'axe des abscisses, situées de part et d'autre de cet axe, et séparées de lui par une même distance μ . Ces deux droites peuvent recevoir le nom de *lignes limites*.

Considérons une ascendante quelconque; si, sur cette ascendante, nous prenons des points correspondant à des abscisses de plus en plus grandes, nous supposons qu'ils correspondent à des ordonnées de plus en plus voisines de μ ; si, au contraire, nous prenons des points correspondant à des abscisses négatives dont la valeur absolue croisse sans limite, nous supposons qu'ils correspondent à des ordonnées de plus en plus voisines de $-\mu$. En d'autres termes, nous supposons que toute ligne ascendante a pour asymptotes les deux lignes limites; la ligne limite supérieure est asymptote du côté des champs positifs; la ligne limite inférieure est asymptote du côté des champs négatifs.

La corrélation que nous avons signalée entraîne alors cette autre proposition : Toute ligne descendante admet pour asymptotes les deux lignes limites; du côté droit, elle s'approche de la ligne limite supérieure et, du côté gauche, de la ligne limite inférieure.

IV. — CYCLES FERMÉS. INÉGALITÉ DE CLAUSIUS.

Considérons une ascendante A et la descendante D que l'on obtient en prenant la symétrique de la

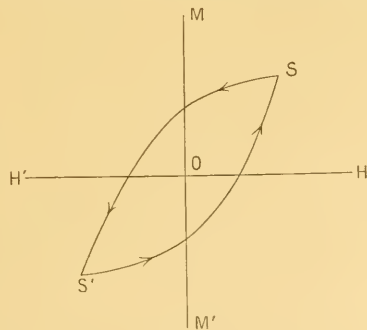


Fig. 1.

ligne A par rapport à l'origine des coordonnées; suivons de gauche à droite la ligne A et supposons qu'en S elle rencontre la ligne D ; les deux lignes A et D se rencontreront également au point S' , symétrique du point S par rapport à l'origine des

coordonnées. La ligne A, suivie du point S' au point S, et la ligne D, suivie du point S au point S', forment une courbe fermée (fig. 1), qui a pour centre l'origine des coordonnées.

Soient H l'abscisse du point S et $-H$ l'abscisse du point S'. Prenons le corps dans l'état d'aimantation figuré par le point S'; le champ magnétique total a alors la valeur $-H$; avec une lenteur infinie, faisons croître ce champ de la valeur $-H$ à la valeur H et faisons-le décroître ensuite de H à $-H$; le point figuratif parcourra la courbe fermée que nous venons de définir, et cela dans le sens même où nous l'avons supposée décrite.

Ce parcours ramène le point figuratif en S', en sorte qu'après cette modification infiniment lente, le corps se retrouve exactement dans l'état magnétique où il était avant; il a même intensité d'aimantation et le champ magnétique total est le même; rien n'empêche donc qu'on lui fasse subir une seconde fois la modification qu'il vient d'éprouver. Cette seconde modification peut, d'ailleurs, être suivie d'une troisième modification toute semblable, et ainsi de suite.

Ainsi la courbe fermée que nous venons de définir représente un cycle d'opérations que le corps peut subir avec une lenteur infinie et qui peut être reproduit une infinité de fois identique à lui-même.

Ce cycle n'est pas réversible; si l'on imaginait que le point figuratif passât de S en S' par la ligne ascendante et revint de S' en S par la ligne descendante, on concevrait un déplacement géométrique qui ne correspondrait nullement à une opération physique accomplie avec une lenteur infinie;

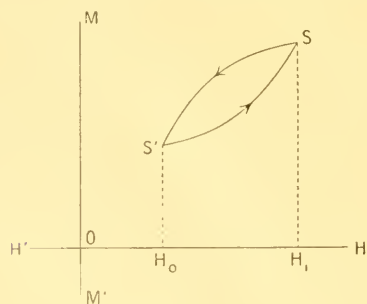


Fig. 2.

une telle opération ne peut, en effet, être représentée ni par un segment d'ascendante parcouru de droite à gauche, ni par un segment de descendante parcouru de gauche à droite.

Nous venons de traiter d'un cycle fermé, composé d'une ascendante et d'une descendante, dont les extrémités S et S' ont pour abscisses des champs égaux en valeur absolue et de signes contraires.

Considérons maintenant deux valeurs quelconques, H_0 , H_1 , du champ magnétique; nous admettrons que l'on peut tracer un et un seul cycle simple ayant pour abscisses respectives H_0 et H_1 ; en disant que ce cycle est simple, nous entendons qu'il est formé par un seul segment d'ascendante, suivi d'un seul segment de descendante (fig. 2). Il est clair que l'on peut concevoir des cycles fermés beau-

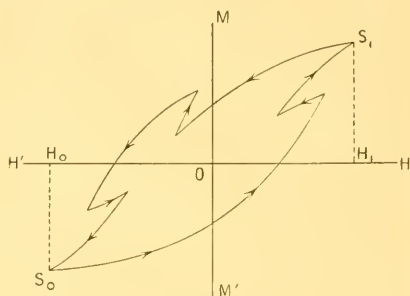


Fig. 3.

coup plus compliqués, que composent un nombre quelconque de segments d'ascendantes alternant avec un nombre égal de segments de descendantes; tel le cyclé représenté par la figure 3.

Un renseignement bien important va nous être fourni par un corollaire du principe de Carnot et de Clausius.

Imaginons qu'un système matériel quelconque parcoure un cycle d'opérations qui se puisse indéfiniment reproduire identique à lui-même; supposons, en outre, que la température du système garde une valeur invariable pendant tout le temps que dure le parcours de ce cycle: le principe de Carnot et de Clausius nous enseigne que la somme des quantités de chaleur dégagées par le système pendant ce temps surpasse la somme des quantités de chaleur absorbées; ce que l'on peut encore énoncer en disant que la somme algébrique des quantités de chaleur dégagées par le système pendant le parcours du cycle est positive.

Or, les principes de la Thermodynamique nous apprennent à calculer la quantité de chaleur que dégage un aimant placé au sein d'un champ magnétique, lorsque l'intensité du champ et l'aimantation du métal éprouvent des variations infiniment petites, tandis que la température de l'aimant ne change pas.

Cette quantité de chaleur est naturellement la somme des quantités de chaleur dégagées par chacun des éléments de volume qui composent l'aimant.

Portons donc notre attention sur la quantité de chaleur que dégage un tel élément au cours d'une modification infiniment petite.

Cette quantité est la somme de deux termes.

Le premier terme est l'accroissement que la modification infiniment petite impose à une certaine quantité; cette quantité dépend seulement du volume de l'élément, de sa température et de son intensité d'aimantation; lorsqu'après une modification quelconque, ce volume, cette température, cette intensité d'aimantation reprennent leurs valeurs initiales, cette quantité reprend, elle aussi, sa valeur initiale. Ce caractère, comme nous l'allons voir, nous dispense, pour l'objet particulier qui nous occupe, de connaître plus explicitement la forme de cette quantité.

Le second terme est le produit de trois facteurs, savoir :

Le volume de l'élément magnétique;

La composante du champ magnétique total selon la direction d'aimantation;

La diminution infiniment petite de l'intensité d'aimantation.

Cette proposition, d'ailleurs, suppose que la quantité de chaleur soit évaluée en unités mécaniques; si elle était évaluée en calories, le produit dont nous venons de parler devrait être divisé par l'équivalent mécanique de la calorie.

Appliquons ces théorèmes généraux à une sphère métallique placée dans un champ uniforme et uniformément aimantée dans la direction même de ce champ. Tout changement infiniment petit de cette aimantation entraînera le dégagement d'une certaine quantité de chaleur qui est la somme de deux termes.

Le premier terme est l'accroissement d'une certaine grandeur qui reprend la même valeur toutes les fois qu'après une suite quelconque de modifications la sphère repasse par un même état de température et d'aimantation.

Le second terme s'obtient en multipliant entre eux ces trois facteurs : le volume de la sphère, le champ magnétique total et la diminution infiniment petite qu'a subie l'intensité d'aimantation.

Faisons maintenant la somme algébrique de toutes les quantités de chaleur que notre sphère aimantée aura dégagées au cours des diverses modifications infiniment petites dont la suite forme un cycle d'hystérésis. Chacune de ces quantités de chaleur ayant été décomposée en deux termes, nous aurons à faire la somme algébrique des premiers termes, puis la somme algébrique des seconds termes.

Or, la somme algébrique des premiers termes est assurément nulle; c'est, en effet, la somme algébrique des accroissements éprouvés par une certaine quantité qui reprend, à la fin du cycle, la valeur qu'elle avait au commencement. La somme algébrique des seconds termes doit donc seule nous occuper.

Tous les termes de cette somme ont en facteur commun le volume de la sphère; ce volume est donc un des facteurs de la somme que nous voulons évaluer; l'autre facteur est la somme algébrique de produits que l'on obtient en prenant chacune des diminutions infiniment petites éprouvées par l'intensité d'aimantation et en la multipliant par la grandeur du champ total au moment où cette diminution s'est produite.

La somme dont nous venons de parler a une représentation géométrique bien connue; sa valeur absolue est la mesure de l'aire que délimite le contour du cycle; elle est positive si le point qui décrit ce contour laisse constamment cette aire à sa gauche; elle est négative dans le cas contraire.

Dès lors, il nous suffit d'invoquer le corollaire, ci-dessus énoncé, du principe de Carnot et de Clausius pour obtenir la proposition suivante :

Le point figuratif qui décrit le contour d'un cycle d'hystérésis doit laisser constamment à sa gauche l'aire que délimite ce contour.

Si nous appliquons en particulier cette proposition à un cycle simple, nous obtenons ce théorème : *Le côté descendant d'un cycle simple se trouve, en toute son étendue, au-dessus du côté ascendant.*

Ce théorème, à son tour, nous fournira un corollaire intéressant si nous l'appliquons à un cycle simple qui ait pour centre l'origine des coordonnées; un tel cycle a pour côtés, nous le savons, une ascendante et une descendante symétriques l'une de l'autre par rapport à l'origine.

Considérons (fig. 4) le sommet supérieur S d'un

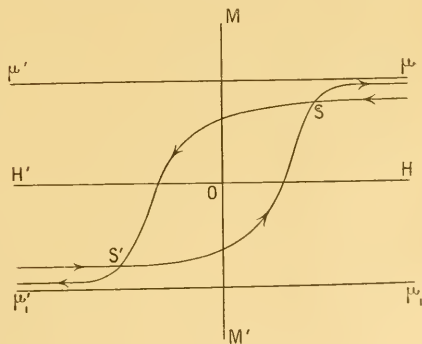


Fig. 4.

tel cycle; à gauche de ce point, la ligne descendante doit se trouver au-dessus de la ligne ascendante; l'inverse aura sûrement lieu à droite de ce point. L'ascendante se rapprochera donc de l'asymptote μ'_μ plus vite que la descendante. Mais la branche de la descendante qui tend vers l'asymptote μ'_μ est symétrique, par rapport à l'origine des

coordonnées, de la branche de l'ascendante qui tend vers l'asymptote μ, μ' . Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Une ligne ascendante se rapproche plus rapidement de son asymptote supérieure que de son asymptote inférieure; l'inverse a lieu pour une ligne descendante.

V. — LA LIGNE DES ÉTATS NATURELS.

Il peut arriver que la ligne ascendante et la ligne descendante qui passent en un certain point se touchent en ce point; mais une telle disposition ne peut être qu'exceptionnelle; en général, la ligne ascendante et la ligne descendante qui se rencontrent en un point se coupent sous un certain angle.

Que le point figuratif suive, en montant de gauche à droite, la ligne ascendante. Il peut arriver que ce point passe de la région qui se trouvait au-dessous de la descendante à la région qui se trouve au-dessus de la même ligne; dans ce cas, *l'ascendante perce de bas en haut la descendante*. Il peut arriver, au contraire, que le point figuratif passe de la région qui se trouvait au-dessus de la descendante à la région qui se trouve au-dessous; dans ce cas, *l'ascendante perce de haut en bas la descendante*.

Ces deux dispositions se présentent assurément, l'une en certaines parties du plan, l'autre en d'autres parties. Imaginons, en effet, qu'en un certain point l'ascendante perce de bas en haut la descendante; il est clair qu'au point symétrique de celui-là par rapport à l'origine des coordonnées, l'ascendante perce de haut en bas la descendante. De même, les théorèmes établis à la fin du paragraphe précédent nous enseignent qu'au sommet supérieur d'un cycle simple, l'ascendante perce de bas en haut la descendante, tandis qu'au sommet inférieur l'ascendante perce de haut en bas la descendante.

Puisqu'il existe une région du plan où, en chaque point, l'ascendante perce de bas en haut la descendante, et une autre région en chaque point de laquelle l'ascendante perce de haut en bas la descendante, il existe forcément, entre ces deux régions, une ligne frontière; en d'autres termes, *le plan on se place le point figuratif est partagé en deux par une ligne, en tout point de laquelle passent une ascendante et une descendante qui se touchent en ce point*.

Cette ligne se nomme *ligne des états naturels*; les coordonnées d'un point quelconque de cette ligne représentent un certain champ magnétique total et une certaine intensité d'aimantation; l'association de ce champ et de cette intensité détermine un *état naturel* du métal étudié.

Il nous est aisé, d'après cette définition, de mar-

quer la particularité qui caractérise un état naturel.

Prenons le métal dans un état qui corresponde à un certain champ magnétique total et à une certaine aimantation; imposons au champ magnétique une variation infiniment petite, suivie d'une variation de même amplitude en sens contraire; le champ magnétique reprendra sa valeur initiale, tandis que l'intensité d'aimantation éprouvera un certain changement permanent; ce changement permanent sera, en général, un infiniment petit du même ordre que la variation imposée au champ magnétique total; dans le cas particulier où l'état initial est un état naturel, le changement permanent éprouvé par l'aimantation sera, par rapport à cette variation, un infiniment petit d'ordre supérieur.

Quelques considérations de symétrie nous font

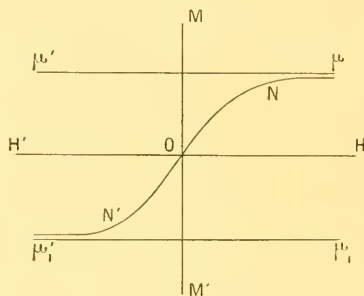


Fig. 3

bien aisément connaître certains caractères de la ligne des états naturels.

La ligne symétrique d'une ascendante quelconque par rapport à l'origine des coordonnées est une descendante. Considérons, en particulier, l'ascendante qui passe par l'origine des coordonnées et prenons en la symétrique par rapport à cette origine; nous obtiendrons une descendante qui passera, elle aussi, par l'origine des coordonnées, et qui y touchera l'ascendante qui a servi à la former; nous pouvons en conclure que *la ligne des états naturels passe à l'origine des coordonnées*.

Si un point du plan représente un état naturel, il est visible que le point symétrique de celui-là par rapport à l'origine des coordonnées représente un autre état naturel; dès lors, *la ligne des états naturels admet l'origine des coordonnées pour centre et, partant, pour point d'inflexion*.

A l'infini, les lignes ascendantes et descendantes sont toutes tangentes entre elles et elles touchent toutes les deux lignes limites; il en résulte que, dans les deux sens, la ligne des états naturels s'éloigne au delà de toute limite et que sa direction asymptotique est celle de l'axe $H' H$. Nous compléto-

rons cette indication en supposant que, comme les lignes ascendantes et descendantes, la ligne des états naturels admet pour asymptotes les deux lignes limites.

Enfin, nous ferons encore cette supposition : *La ligne des états naturels monte sans cesse de gauche à droite.*

Ces divers renseignements nous montrent que la ligne des états naturels a même disposition que la ligne NN dessinée en la figure 5.

VI. — STABILITÉ DE L'ÉTAT NATUREL.

Prenons un métal dans un état magnétique initial qui ne soit pas un état naturel; supposons, par exemple, que le point qui figure cet état se trouve dans la région du plan où les ascendantes percent de bas en haut les descendantes.

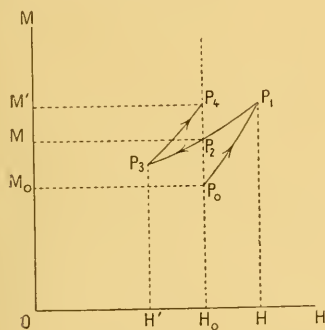


Fig. 6.

Proposons-nous de maintenir invariable le champ total à l'intérieur de l'aimant; il est clair que, pratiquement, nous ne pourrions obtenir une constance absolue; tantôt le champ prendra une valeur un peu plus grande que celle où nous le voulons maintenir, tantôt il prendra une valeur un peu plus petite. Ces variations petites et incessantes que le champ subira au voisinage d'une valeur invariable, nous les supposons très lentes, afin que la théorie précédente leur demeure applicable.

Désignons par H_0 la valeur initiale du champ et par M_0 l'intensité initiale de l'aimantation : le point figuratif correspondant se trouve en P_0 (fig. 6). Supposons que le champ subisse un petit accroissement qui l'amène à la valeur H et qu'il reprenne ensuite la valeur H_0 ; le point figuratif décrira le petit segment d'ascendante P_0P_1 , suivi du petit segment de descendante P_1P_2 . Or, dans la région du plan où se trouve ce tracé, les ascendantes percent les descendantes de bas en haut; le segment P_1P_2 est donc au-dessus du segment P_0P_1 .

Lorsque le champ aura repris sa valeur initiale H_0 , l'aimantation se trouvera avoir une valeur M supérieure à sa valeur initiale M_0 .

Imaginons maintenant que le champ, par une petite diminution, prenne la valeur l_1' et qu'ensuite il revienne à sa valeur initiale; le point figuratif décrira le trajet $P_2P_3P_4$, formé d'une petite descendante P_2P_3 , suivie d'une petite ascendante P_3P_4 ; ici, l'ascendante P_3P_4 se trouvera au-dessus de la descendante P_2P_3 ; lors donc que le champ reprendra la valeur H_0 , l'intensité d'aimantation aura une valeur M' , supérieure à M .

Toutes les fois donc que le champ subira un petit écart par rapport à la valeur invariable que l'on voudrait lui garder et qu'il reviendra ensuite à cette valeur, l'aimantation croîtra, quel que soit d'ailleurs le sens de l'écart subi par le champ; cette proposition peut encore s'énoncer de la manière suivante :

Supposons que l'état initial d'un métal magnétique soit figuré par un point de la région où les ascendantes percent de bas en haut les descendantes; les variations petites et incessantes du champ que l'on cherche à maintenir invariable feront croître graduellement l'intensité d'aimantation.

D'une manière toute semblable, nous pourrions justifier cette autre proposition :

Si l'état initial du métal magnétique est figuré par un point de la région où les ascendantes percent de haut en bas les descendantes, les variations petites et incessantes du champ que l'on cherche à maintenir constant font décroître graduellement l'intensité d'aimantation.

Ces propositions établies, *supposons*, pour un instant, *que la région où les ascendantes percent de bas en haut les descendantes se trouve au-dessus de la ligne des états naturels*, tandis que la région où les ascendantes percent de haut en bas les descendantes se trouve au-dessous de la même ligne ; il est aisé de voir que, *dans un champ que l'on chercherait à maintenir invariable, l'état naturel serait un état instable.*

Supposons, en effet, qu'en ce champ maintenu sensiblement invariable, le métal s'écarte quelque peu de l'état naturel et que, par exemple, l'intensité d'aimantation prenne une valeur un peu moindre que celle qui convient à cet état; le point figuratif pénétrera dans la région où les ascendantes percent de haut en bas les descendantes; désormais, les variations petites, mais incessantes, du champ magnétique feront décroître continuellement l'aimantation, en sorte que l'état magnétique du métal s'éloignera de plus en plus de l'état naturel.

Les études les plus diverses sur le magnétisme n'ont rien révélé d'analogue; *nous sommes donc*

conduits à admettre que la région où les ascendantes percent de bas en haut les descendantes se trouve au-dessous de la ligne des états naturels, tandis qu'au-dessus de cette ligne, les ascendantes percent de haut en bas les descendantes.

De cette hypothèse se tire sans peine cette conclusion : Dans un champ que l'on s'efforce de maintenir constant, l'état naturel est un état d'aimantation stable. Imaginons, en effet, que le point figuratif de l'état du système ne se trouve pas tout d'abord sur la ligne des états naturels; s'il se trouve au-dessous de cette ligne, les variations petites et incessantes du champ magnétique le font monter graduellement; s'il se trouve au-dessus de cette ligne, les mêmes variations le feront descendre peu à peu; en tout cas, ces variations ont pour effet de rapprocher lentement le point figuratif de la ligne des états naturels.

VII. — LE CYCLE FERMÉ COMME CYCLE LIMITE.

Ce qui a été supposé au chapitre précédent touchant la ligne des états naturels nous montre comment un cycle simple quelconque se trouve placé par rapport à cette ligne.

En effet, au commencement du chapitre V, nous avons fait la remarque suivante : Au sommet supérieur d'un cycle simple, l'ascendante perce de bas en haut la descendante; l'inverse a lieu au sommet inférieur du même cycle. Si nous rapprochons cette remarque des propositions qui ont été données à la fin du chapitre précédent, nous obtenons ce théorème :

En tout cycle simple, le sommet supérieur se

trouve au-dessus de la ligne des états naturels et le sommet inférieur se trouve au-dessous de la même ligne.

Tout cycle simple est donc disposé, par rapport à la ligne des états naturels, comme l'indique la figure 7.

Il nous est maintenant facile de décrire les phénomènes qui se produiront si l'on fait osciller indéfiniment la valeur du champ magnétique entre une certaine limite inférieure H_0 et une certaine limite supérieure H_1 .

Supposons que le champ parte de la valeur H_0 et

que l'aimantation ait, en même temps, une valeur assez petite pour que la position initiale P_0 du point figuratif se trouve au-dessous de la ligne des états naturels ON (fig. 8). Imaginons que le champ croisse très lentement jusqu'à la valeur H_1 ,

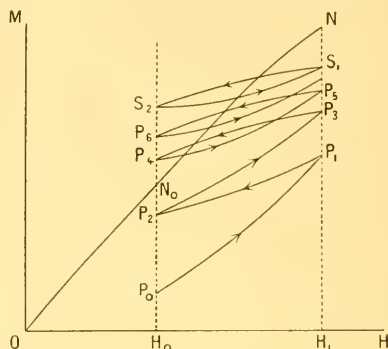


Fig. 8.

et revienne de nouveau très lentement à la valeur H_0 . Le point figuratif décrira l'ascendante P_0P_1 , suivie de la descendante P_1P_0 ; cette dernière ligne se trouvera en entier au-dessus de la première.

Il peut arriver que le point P_0 se trouve encore au-dessous de la ligne des états naturels ON ; si le champ augmente de nouveau jusqu'à la valeur H_1 pour revenir à la valeur H_0 , le point figuratif décrira un nouveau trajet $P_0P_1P_0$ semblable au précédent; de plus, l'ascendante P_0P_1 sera en entier au-dessus de la descendante P_1P_0 .

Supposons que le point P_1 se trouve au-dessus de la ligne des états naturels ON . Imposons encore au champ la même variation lente de H_0 à H_1 , puis de H_1 à H_0 . Le nouveau trajet $P_1P_0P_1$ différera du précédent en ce que l'ascendante P_1P_0 se trouvera, au départ, au-dessous de la descendante P_0P_1 ; après avoir traversé la ligne des états naturels, elle coupera cette descendante P_0P_1 , formant ainsi une boucle.

Si nous répétons indéfiniment cette oscillation imposée à la valeur du champ, nous obtiendrons une série de trajets, analogues au trajet $P_1P_0P_1$; chaque ascendante formera, avec la descendante précédente, une boucle dont une extrémité aura toujours pour abscisse H_0 ; l'autre extrémité s'éloignera vers la droite, de telle sorte que son abscisse tende vers H_1 sans jamais atteindre cette limite; cette boucle et, en même temps, le trajet que décrit le point figuratif pendant que la valeur du champ magnétique subit une oscillation complète, ont pour forme limite le cycle simple SS' dont les extrémités ont respectivement pour abscisses H_0 et H_1 .

Le cycle simple SS' eût conservé ce rôle de cycle limite si le point figuratif se fût trouvé tout d'abord si fort élevé au-dessus de la ligne des états naturels que le point analogue à P_1 fût lui-même au-dessus de cette ligne; le lecteur trouvera sans peine la forme qu'eût présentée, dans ce cas, le trajet du point figuratif.

Au lieu de faire osciller lentement la valeur du champ magnétique entre deux valeurs extrêmes, H_1 et H_2 , maintenues invariables, on pourrait supposer que ces deux valeurs se rapprochassent graduellement l'une de l'autre et tendissent vers une limite commune H ; dans ce cas, le trajet du point figuratif tendrait vers un point limite, le point de la ligne des états naturels qui a pour abscisse H ; il est clair que l'on possède ainsi le principe d'une méthode propre à tracer par points la ligne des états naturels.

D'ailleurs, depuis fort longtemps, les praticiens font usage de cette méthode, au moins dans un cas particulier; il arrive souvent qu'ils ont besoin de *désaimanter* complètement une pièce, c'est-à-dire de l'amener à avoir une aimantation nulle dans un champ nul; cet état de désaimantation complète n'est autre que l'état naturel représenté par l'origine des coordonnées; pour l'obtenir, on place la pièce à désaimanter dans un champ magnétique dont le sens change alternativement un très grand nombre de fois, tandis que la valeur de ce champ tend graduellement vers zéro.

Dans un second article, nous étudierons l'aimantation dans un champ qui varie rapidement.

P. Duhem,

Correspondant de l'Institut de France,
Professeur à l'Université de Bordeaux.

LE COLONEL CHARLES RENARD

SA VIE, SON ŒUVRE

Le 13 avril dernier, la mort impitoyable enlevait à la science aéronautique son chef incontesté, celui auquel elle avait dû, pendant trente années, ses plus grands progrès. Resté d'une prodigieuse activité, malgré une santé rendue chancelante par les difficultés amoncelées sur son chemin, le Colonel Charles Renard promettait encore beaucoup. Ses dernières Notes, parues coup sur coup, avaient apporté des éléments nouveaux, et de la plus haute importance, au grand problème qui n'avait cessé de hanter son imagination, et ceux qui suivent avec intérêt les progrès de la conquête de l'air pouvaient espérer le voir matérialiser une fois encore ses géniales conceptions. Il n'eut pas cette suprême satisfaction; mais ceux qui l'admirèrent pendant sa superbe activité ont la triste consolation de voir son œuvre lui survivre dans les succès retentissants et mérités d'un aéronat construit avec ses conseils, et qui marque aujourd'hui le premier progrès réel depuis que l'on vit le ballon « La France » évoluer dans les airs.

Pour pouvoir embrasser d'un coup d'œil la vie du Colonel Charles Renard, et apprécier son œuvre, si diverse dans l'uniformité du but visé, il fallait laisser passer les moments de douloureuse émotion que suscita sa mort inattendue. Cette étude tardive sera ainsi plus dégagée des contingences, et le temps écoulé depuis lors permettra d'exposer en la voyant mieux, dans ses traits généraux, l'une des œuvres les plus remarquables

qu'un homme seul ait accomplies à notre époque.

I

Charles Renard naquit à Damblain (Vosges) le 23 novembre 1847; mais c'est dans la petite ville de Lamarche, où étaient venus se fixer ses parents, qu'il passa son enfance, et à laquelle se rapportaient ses meilleurs souvenirs. Elève brillant du lycée de Nancy, il étonnait ses camarades par sa puissance d'assimilation et son esprit d'invention. Ceux qui l'ont connu à cette époque pensaient qu'il deviendrait un grand géomètre.

Le sort, cependant, en décida autrement.

Prix d'honneur du Concours général de 1866, admis en même temps à l'École Normale et à l'École Polytechnique, Charles Renard choisit cette dernière et se présenta à l'examen de sortie, devant Duhamel, devenu très sourd, et obligé de former son opinion sur les formules écrites au tableau, et dont il n'entendait pas le commentaire. Le futur rénovateur de l'Aéronautique répondit, à la question qui lui fut posée, par des développements qui lui étaient personnels et auxquels l'examineur n'était pas préparé. La note fut médiocre, et Charles Renard ne put entrer dans une carrière civile. Ce hasard valut à la France de rester, pendant un tiers de siècle encore, à la tête du mouvement aéronautique.

Le problème de la direction des ballons se posa de bonne heure au jeune officier du génie. Lieu-

tenant à l'Armée de la Loire, puis à l'Armée de l'Est, il fut très frappé de la difficulté des marches dans les terres labourées ou dans la boue glacée du terrible hiver 1870-71, et il pensa dès lors qu'un allègement immense serait apporté dans le transport des armées si l'on s'élevait, même très peu, au-dessus du sol, de manière à être indépendant de sa texture. L'idée était utopique, mais elle conduisit le lieutenant Renard à une étude des aéroplanes, et à des essais tentés à Arras, qui attirèrent sur lui l'attention de ses chefs. Le ministre de la Guerre l'appela, en 1875, à la Commission des Communications par voie aérienne, dont il devint immédiatement le secrétaire.

L'expérience d'Arras était le résultat d'études entièrement nouvelles, dans lesquelles le lieutenant Renard avait établi la théorie de l'aéroplane à plans superposés, celui au moyen duquel M. Chanute et les frères Wright ont montré récemment comment le problème de la navigation par le plus lourd que l'air pourrait être un jour résolu. C'est dans son Mémoire, écrit en 1871, que le lieutenant Renard établit la loi de sustentation proportionnelle au sinus de l'angle d'attaque, et non à son carré, comme on l'a prétendu pendant longtemps encore, jusqu'à ce que des expériences indiscutables, telles que celles du Professeur Langley, eussent levé tous les doutes.

A l'époque où il arriva par ses propres moyens à la loi du sinus, elle n'était cependant pas entièrement nouvelle; Penaud l'avait indiquée dans des Mémoires passés inaperçus, et que, plus tard, le Colonel Renard s'employa de tout son pouvoir à faire connaître.

Dans les problèmes qui touchent de près à l'art de la guerre, la question de la publication des résultats ou même des idées est toujours délicate, et généralement résolue d'avance par la négative. Le travail en lui-même, qui, dégagé de toute préoccupation militaire, aurait une valeur scientifique de premier ordre, est ainsi souvent tenu secret, et l'auteur en reste longtemps méconnu. C'est un sacrifice dont il n'est pas toujours assez tenu compte aux officiers ou aux ingénieurs des services techniques de l'Armée. A ces motifs, qui plus d'une fois lui imposèrent un silence momentané, le Colonel Renard ajouta toujours d'autres raisons, puisées dans sa réelle modestie, dans son goût de la retraite, et dans cette idée, instinctive en tous ceux qui voient très loin et très profondément, qu'un travail est rarement assez parfait pour être livré à la publicité.

Pour beaucoup, les idées théoriques du Colonel Renard dépassèrent peu le cercle des entretiens personnels. Mais c'est dans ces entretiens qu'éclatait souvent sa valeur. En 1892, le Colonel Renard ren-

contra le Professeur Langley, venu en Europe peu après la publication de son célèbre Mémoire sur la résistance de l'air. Ils causèrent longuement, et, lorsque j'eus, à mon tour, la bonne fortune de m'entretenir avec l'éminent secrétaire de la Smithsonian Institution, il me dit textuellement : « Si j'avais rencontré le Colonel Renard il y a quelques années, j'aurais pu m'épargner un gros travail, car il savait depuis longtemps presque tout ce que j'ai eu tant de peine à découvrir depuis lors. »

Les débuts du Colonel Renard montrent que ce n'est point par hasard que l'Aéronautique lui dut sa transformation. Lorsque la conviction se fit bien nette que les ballons possèdent une valeur militaire exceptionnelle, et que les Pouvoirs publics résolurent de faire reprendre l'étude systématique du ballon et de son emploi à la guerre, nul n'était plus désigné que le Capitaine Charles Renard pour prendre en mains la direction de ce travail. L'aéroplane avait été l'œuvre de ses débuts. Il pensa toujours qu'on y reviendrait, mais qu'il restait beaucoup à faire et beaucoup à apprendre pour tenter avec succès et sans de trop grands risques les transports par le plus lourd que l'air. C'est pourquoi il attaqua résolument la question du présent, qui est l'aérostal, dirigeable ou non. Et c'est l'Aéronautique tout entière qui porte la trace indélébile de son labeur et de son génie inventif.

II

Mais le Colonel Renard ne fut pas seulement un inventeur de premier ordre. Il fut un merveilleux professeur. La clarté de sa parole, sa facilité d'élocution, la sympathie de sa voix et de tout son maintien lui gagnaient rapidement un auditoire, sur lequel ses discours ou ses conférences produisaient toujours une profonde impression. Aussi, les cours qu'il fit à l'Ecole de Meudon, où les officiers des diverses armes faisaient des stages annuels, ont-ils laissé des traces profondes dans l'esprit de ses élèves, où ils ont germé en une magnifique floraison.

Avant d'enseigner aux autres, le Colonel Renard était son propre professeur, en ce sens que, dans toute recherche, il se préparait à concevoir nettement en choisissant les termes et les paramètres, de manière à mettre ses idées sous la forme la plus claire et la plus immédiatement saisissable. C'est ainsi, par exemple, que, dans ses études sur les échanges thermiques entre les gaz et les interstices des solides, il définit sous le nom de *laminage* un coefficient grâce auquel tous les calculs deviennent faciles. La considération de ce coefficient lui permit de marcher à coup sûr dans l'étude de sa chaudière à grand rendement, comme des

simplifications analogues l'aidèrent à aborder avec succès les multiples questions où il apporta la clarté.

La théorie complète du ballon, de sa construction, de la résistance des étoffes, de son équilibre dans l'atmosphère, fut presque en entier l'œuvre du Colonel Renard. Avant lui, l'Aéronautique était le règne absolu de l'empirisme. Grâce à ses travaux, elle a pris rang parmi les sciences complètement élaborées. Dire ses succès dans ce domaine serait résumer l'Aéronautique presque entière. Des publications récentes nous permettront d'en rester, pour cette partie de son œuvre, à cette brève indication¹.

III

Chez le Colonel Renard, l'être moral était à la hauteur de l'homme intellectuel. Si ceux qui le connaissaient peu se bornaient à admirer la puissance de son esprit d'invention et la clarté de ses exposés, en revanche, ceux qui eurent le privilège de pénétrer sa pensée intime furent tous gagnés par sa bonté, rellétée dans ses yeux d'une étrange douceur, le charme exquis de son commerce, l'imprévu de ses conversations, qui en faisaient une fête de l'esprit.

Ces qualités de rapide pensée, qui donnaient un tel éclat à la simple causerie du Colonel Renard, étaient aussi une des caractéristiques de son mode d'agir. Dans la manœuvre du ballon, où la réussite ou le désastre dépendent d'une décision rapidement prise et aussitôt exécutée, il fut un maître reconnu de tous. Assurément, cette qualité de son esprit, isolée des autres, n'en eût point encore fait un être d'exception. Mais la rapidité de la conception est si rarement liée à sa profondeur que, dans le classement global des esprits, on distingue volontiers entre les hommes de pensée et les hommes d'action. Le Colonel Renard fut l'un et l'autre à un très haut degré, tant il était de ces êtres privilégiés dont les qualités les plus éminentes ne sont exclusives d'aucune autre.

Ceux qui connaissaient la sensibilité du Colonel Renard et sa réelle modestie pouvaient ignorer l'énergie qui se cachait sous son apparente timidité; ses actes de bravoure pendant la campagne de 1870 lui avaient déjà valu d'être proposé pour la Légion d'honneur; mais il donna bien d'autres exemples du devoir périlleux simplement accompli.

Il y a quelque dix ans, une grave explosion se produisit dans un des bâtiments de l'Etablissement de Chalais, qu'il commandait depuis 1878, et qui, en 1888, avait été érigé en Direction. Des tubes chargés d'hydrogène sous forte pression avaient

éclaté, produisant d'importants dégâts. L'enquête, qui avait d'abord conduit à attribuer cet accident à la malveillance, était hésitante, lorsqu'une deuxième explosion se produisit, si formidable que le bâtiment fut en grande partie détruit, et que le bruit en fut entendu à plus de vingt kilomètres à la ronde. Cette fois, les morceaux d'acier, dans leurs choes réciproques, avaient produit des étincelles qui avaient mis le feu à l'hydrogène, et celui-ci, mélangé à l'air, avait agi comme un véritable explosif.

Lorsque, quelques minutes plus tard, le Colonel Renard pénétra dans le bâtiment en ruine, suivi d'un sous-officier, l'œuvre de destruction ne semblait point encore achevée. Un tube, dont le robinet avait été emporté, envoyait, tel un chalumeau, un long dard de flamme sur d'autres tubes chargés, élevant ainsi leur pression intérieure et affaiblissant la résistance du métal. Faisant face au danger d'un coup d'œil, le Colonel Renard attaqua, avec une lance à eau, le faisceau des tubes sur lesquels le jet se vaporisait, et parvint ainsi à circonscrire le désastre. Ces détails, dont la Presse quotidienne avait parlé, étaient suffisamment connus pour qu'il fût possible de s'entretenir des circonstances de l'explosion avec le Colonel Renard, toujours muet sur tout ce qui concernait son Etablissement. Comme je lui exprimais mon admiration du sang-froid et du courage qu'il avait montrés en ces dangereuses circonstances, il me répondit en toute simplicité : « Je suis le chef ici, c'était ma place; le simple devoir commande d'être à son poste; il n'est pas besoin de courage pour cela, puisque le contraire serait une désertion. »

IV

Mais il est temps d'aborder l'étude détaillée de quelques-unes des inventions du Colonel Renard.

La première qui fut réalisée fut la soupape qu'il imagina lorsque, dans l'hôpital militaire où l'avait conduit, en 1873, la chute effroyable faite en commun avec toute la Commission d'Aéronautique, pilotée par un aéronaute civil, il se rendit compte des causes de l'accident qui avait failli coûter la vie à un groupe d'officiers très distingués, parmi lesquels le Colonel Mangin et le vénéré Colonel Laussedat. La soupape du ballon, de la construction courante alors, avait subi un accrochage, et l'aérostat, vidé en un instant, n'avait plus servi que de parachute.

La solution que le jeune capitaine Renard donna de la question des soupapes est fort élégante. Au sommet du ballon, une sorte de cheminée verticale, percée d'une couronne de fenêtres, est entourée d'un tube de caoutchouc, qui s'applique sur elle par son élasticité. Vient-on à produire une

¹ Voir notamment l'ouvrage de M. Marchis, analysé récemment dans la *Revue*.

pression à l'intérieur du tube, il se gonfle et découvre les fenêtres. La pression cessant, l'obturation se produit instantanément, sans qu'aucun accrochage soit possible.

Cette invention, encore utilisée aujourd'hui, est loin de l'importance de celles que nous allons rencontrer. Il convenait, cependant, de la rappeler pour montrer combien l'esprit du Colonel Renard, toujours en éveil, savait donner immédiatement la solution mécanique la meilleure de tout problème avec lequel le hasard le mettait en contact.

C'est de la même époque que date la préoccupation de perfectionner la production de l'hydrogène, qui n'avait pas fait un progrès depuis que l'un des fondateurs de l'Aéronautique, le célèbre Charles, avait, en 1783, imaginé le procédé d'attaque du fer ou du zinc par l'acide sulfurique, dans des tonneaux formant couronne autour d'un réservoir central. Dans cet appareil, la stagnation du liquide épuisé autour des tournures métalliques rendait l'attaque très lente, et c'est pour arriver à une production d'une raisonnable rapidité que chaque élément se trouvait répété un grand nombre de fois.

En 1873, le Capitaine Renard imagina les appareils à circulation qui, en ramenant toujours autour du métal du liquide frais, permirent d'utiliser à outrance le matériel, et réduisirent immédiatement l'encombrement au quinzième environ de ce qu'il était auparavant. Ce ne fut pas, cependant, sans insister beaucoup que le génial inventeur obtint que son projet fût réalisé. Giffard, qui avait pourtant surmonté bien des difficultés, le déclarait utopique, et il fallut la foi du jeune officier dans le succès final pour que la Commission dont il faisait partie demandât les crédits nécessaires à la construction de l'appareil.

Le générateur fut d'abord construit sous la forme fixe fig. 1, puis, plus tard, sous la forme mobile d'un chariot militaire permettant une production rapide en manœuvres. Le chariot actuellement en

usage dans l'armée française (fig. 2) pèse, tout équipé, 2.600 kg., et produit 300 mètres cubes de gaz à l'heure. Il suffit donc pour gonfler en deux heures un petit ballon monté, et en trois ou quatre heures un ballon militaire de moyenne capacité. Ajoutons que ce chariot a été imité dans la plupart des armées.

Cependant, le Colonel Renard ne considéra jamais ce mode de production de l'hydrogène comme définitif, ou comme le meilleur dans tous les cas. Le procédé purement chimique de la glycérine sodée, celui de la décomposition de la lessive de soude par l'aluminium, lui doivent leur invention. Enfin, il mit pour la première fois les électrolyseurs sous une forme telle qu'ils permirent la production en grand avec une dépense modérée.

L'électrolyse de l'eau en grande quantité est liée à l'emploi, comme électrodes, d'un métal moins coûteux que le platine, qui, seul avec ses congénères, résiste à l'électrolyse en bain acide. Le fer, au contraire, se conserve en bain alcalin. C'est ce bain qu'adopte le Colonel Renard,

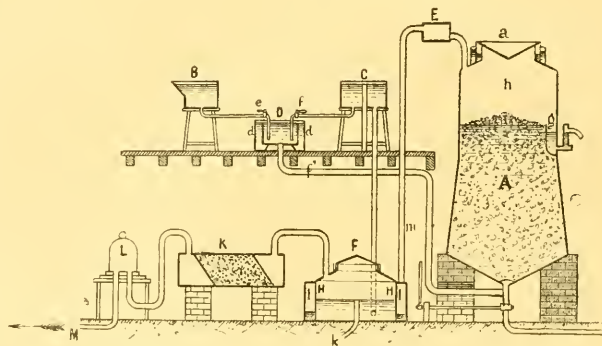


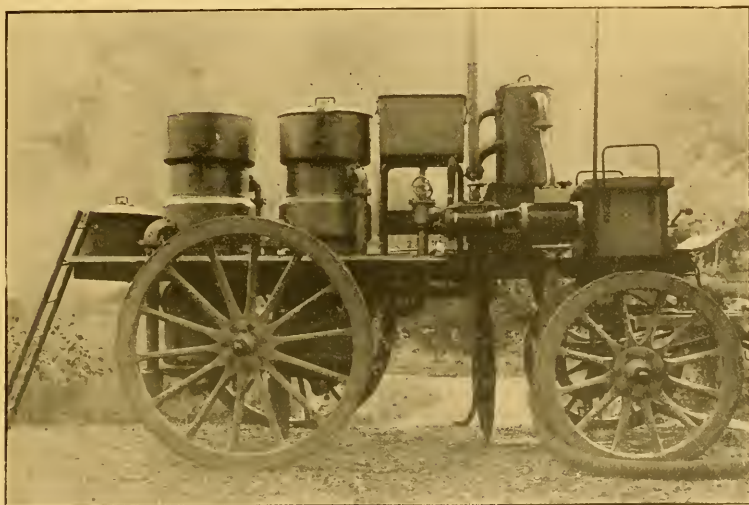
Fig. 1. — Générateur d'hydrogène. — A, générateur; B, bac à acides; C, bac à eau; D, vase de mélange; E, boîte à mousses; F, laveur; K, sécheur; L, cloche d'épreuve; M, sortie du gaz; F', tube conduisant l'acide du bac D au bas du générateur.

sans savoir que M. Latchinof et M. d'Arsonval en avaient déjà eu l'idée, restée d'ailleurs inédite. Mais la nature du bain n'était pas le seul empêchement à la production en grand. Il fallait augmenter les surfaces et diminuer la distance des électrodes. L'emploi de diaphragmes poreux en toile d'amiante le permit, grâce à l'intervention des phénomènes capillaires, efficaces à la condition que la différence de pression sur les deux faces reste faible, ce qui fut obtenu en reliant l'appareil à un double vase de Mariotte, servant de régulateur.

L'électrolyseur n'eut pas, au point de vue du matériel militaire, la même fortune que son devancier. Son inventeur lui-même obtint bien juste les crédits nécessaires à l'installation, à Chalais, d'un appareil de faible puissance. Mais l'industrie s'en est emparée, et l'électrolyse de l'eau par les procédés Renard est du domaine de la pratique courante; la soudure autogène en tire aujourd'hui, comme on sait, grand profit.

Les inventions dont il vient d'être question montrent que le problème du gonflement rapide des ballons doit beaucoup au Colonel Renard. Il alla plus loin encore dans la constitution de la voiture à tubes, dont l'invention fut simple, mais qui nécessita une étude très soignée du détail pour devenir l'auxiliaire classique du gonflement en campagne. Elle permet, avec un personnel exercé, de mettre en vingt minutes en ordre de marche un ballon replié sur sa voiture. C'est là un fait qui, au point de vue militaire, peut avoir une importance très grande.

venteurs, cette supériorité d'avoir gardé un contact très intime avec les domaines les plus divers, et de pouvoir, à lui seul, mettre sur pied une invention complète, relevant de tout un groupe de sciences. Par-dessus tout, ayant été l'inventeur, il était l'ingénieur, en ce sens que, lorsque l'aspect général de l'invention lui était apparu, il en scrutait le détail et ne la laissait passer du bureau d'études à l'atelier de construction qu'après l'avoir lui-même complètement élaborée; c'est à ces dons et à ces aptitudes multiples qu'il dut d'être un inventeur aussi complet et de si large envergure; il



• Fig. 2. — Chariot générateur d'hydrogène, pour une production de 300 mètres cubes à l'heure.

Dans les quelques inventions qui viennent d'être rapidement passées en revue, le Colonel Renard avait fait preuve des qualités les plus diverses. Avant tout, il avait su appliquer les principes de la Mécanique, de la Physique, de la Chimie, de la façon la plus ingénieuse à la production d'un résultat pratique longtemps cherché et qu'avant lui nul n'avait su réaliser. Ce n'est point que l'une ou l'autre de ces inventions nécessitât la connaissance de principes généralement ignorés. On ne saurait, d'ailleurs, exiger que l'inventeur, avant de se mettre à l'œuvre, découvrit des phénomènes nouveaux. Son rôle, distinct de celui du simple chercheur, consiste bien plutôt à rassembler des faits connus pour la production d'un résultat technique déterminé; l'inventeur est avant tout un créateur; pouvoir puiser beaucoup dans les trésors amassés augmente sa puissance et rend plus fructueux son effort. Le Colonel Renard avait, sur beaucoup d'in-

ne connaissait pour ainsi dire pas l'impossible.

V

Malgré ses brillants travaux, le Capitaine Renard, bien connu déjà dans le corps du Génie, était encore ignoré du public lorsque la retentissante ascension du 9 août 1884, effectuée en compagnie du Capitaine Krebs, qui avait été son collaborateur dans la construction de l'aéronat, le rendit tout à coup célèbre. On avait vu un ballon en forme de cigare (fig. 3 et 4) partir des hauteurs de Meudon, évoluer sur Paris et revenir à son point de départ. Il n'en fallut pas plus pour que l'on déclarât résolue la question, posée depuis les origines de l'humanité, du déplacement volontaire dans l'océan aérien. On avait trop oublié, sans doute, les essais antérieurs de Giffard, de Dupuy-de-Lôme et des frères Tissandier, qui avaient déjà obtenu des vitesses propres de ballons

allongés. Mais le public avait inconsciemment vu juste en ce sens que l'appareil nouveau était, pour la première fois, parfaitement maniable, et donnait, pour la première fois aussi, des vitesses permettant d'aborder de front des brises déjà fraîches.

Ce qu'on savait moins, c'était la longue série d'études systématiques qui avait conduit à ce résultat, en immense progrès sur les essais antérieurs, et la sûreté avec laquelle tout avait été agencé, de manière à ce que la première ascension fût un triomphe.

La meilleure forme de la carène au point de vue de la résistance à l'avancement, son équilibre, sa liaison avec la nacelle constituant un couple redresseur, la conservation de sa forme par l'emploi du ballonnet, la propulsion due à l'effet combiné du moteur et de l'hélice, tout avait été minutieusement

VI

L'étude des hélices n'avait pas pu être poussée à fond en vue de la construction du ballon *La France*, pour lequel on pouvait prévoir encore quelques perfectionnements. Cette étude fut reprise, plus tard à Chalais, à l'aide d'une balance dynamométrique double, et le Colonel Renard en publia les résultats en 1889 et 1903. C'est dans les courtes Notes qu'il présenta à la Société de Physique pour la première série d'études, à l'Académie des Sciences pour la seconde, que l'on trouvera la théorie complète des hélices, et la meilleure formule pour les construire.

Cette étude des hélices comporte des résultats qui, s'ils se rapportent directement à la propulsion des ballons, ont une portée beaucoup plus étendue.

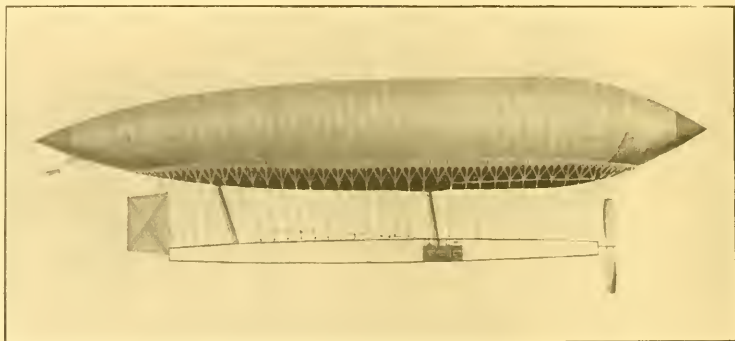


Fig. 3. — Le ballon « La France », d'après les dessins de construction. (Le sens de la marche est vers la droite.)

étudié, et la vitesse mesurée dès la première ascension fut à très peu près celle qui avait été prévue.

Il y a loin de cette sûreté à la série des tâtonnements et des essais infructueux auxquels nous avons assisté depuis lors. En fait, il fallut vingt ans pour enregistrer, par les superbes ascensions du ballon Lebaudy, un progrès dans la vitesse de marche, qui ne fût pas rendu souvent illusoire par une complète insécurité, dont des chutes répétées, suivies ou non de mort d'homme, ont donné au public le sentiment bien net.

Il est difficile, à vingt ans de distance, de faire le départ du travail entre les éminents officiers qui construisirent le ballon *La France*. On sait cependant que l'un des éléments de son succès fut l'emploi d'un moteur électrique alimenté par la pile chlorochronique, à électrodes de zinc et d'argent platiné, inventée par le Capitaine Charles Renard. Aujourd'hui encore, on ne connaît pas de source chimique d'énergie électrique d'un aussi faible poids relatif.

Les ventilateurs en bénéficient tout autant, et le problème de la sustentation dans le cas du plus lourd que l'air y puisera ses meilleurs éléments.

La connaissance du rendement des hélices a permis de calculer les conditions de la sustentation d'un moteur. Lorsqu'on construira couramment des machines motrices de 2 à 3 kg. par kilowatt, le problème n'offrira plus de difficultés sérieuses.

Disons, pour n'y plus revenir, que c'est de ce côté que se portèrent les recherches du Colonel Renard lorsque, vers la fin de sa carrière, désespérant d'obtenir les crédits destinés à la construction d'un nouveau dirigeable, dont tous les éléments étaient calculés, il employait son activité au mieux de l'avancement des questions d'Aéronautique et d'Aviation. Des expériences décisives avec un hélicoptère étaient prévues pour une date très rapprochée, et quelques détails seuls faisaient encore défaut, lorsque la mort vint le terrasser.

VII

En 1883, lorsque les ascensions du dirigeable de Meudon furent répétées par le Commandant Charles Renard, accompagné de son frère le Capitaine Paul Renard, et de M. Duté-Poitevin, l'augmentation de la vitesse des ballons dirigeables était liée unique-

ment à l'accroissement de la puissance des moteurs. Entre temps, la dynamo du ballon avait été remplacée, et l'on avait atteint tout ce que pouvait fournir le moteur électrique actionné par des piles; on ne pouvait donc plus guère espérer, de ce côté, un allègement qui permit de franchir une étape importante. Or, le ballon *La France* avait marché à raison de $6^m,30$ par seconde, et le Colonel Renard affirmait, après une étude statistique des vitesses du vent à quelque distance du sol, qu'un ballon ne serait dirigeable, au moins huit fois sur dix, qu'avec une vitesse double. La résistance à l'avancement étant sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse, la puissance l'est à son cube, et il fallait, pour atteindre le but proposé,

posséder, pour un même ballon, un moteur au moins huit fois plus puissant. La première solution envisagée fut celle du moteur à explosion; effectivement, les essais aussitôt entrepris conduisirent, dès l'année 1888, à la construction d'un moteur pesant 6 à 7 kg. par kilowatt, ce qui était très peu pour l'époque. Mais les moteurs à explosion présentent pour le ballon deux inconvénients graves. Les gaz de l'échappement constituent un danger permanent d'incendie, et la combustion du pétrole déleste peu à peu le ballon

et le fait remonter indépendamment de la volonté des aéronautes. Ces deux inconvénients pouvaient être supprimés d'un seul coup, en faisant échapper les gaz dans un espace clos, où ils étaient condensés. L'appareil lui-même ne pouvait être refroidi que par un courant d'air.

C'est ici que se place l'une des plus importantes

parmi les recherches du Colonel Renard : l'étude des échanges thermiques entre les gaz en mouvement et les solides qu'ils baignent.

Les expériences, systématiquement conduites, ont montré que, jusqu'à des vitesses supérieures à 40 mètres par seconde, l'échange thermique est proportionnel à la vitesse, et dépend de la forme du circuit géométrique qui lui est imposé. Cette forme se traduit par un coefficient caractéristique, précisément celui qui fut désigné sous le nom de laminage, et qui exprime l'intensité de l'échange dans le passage du gaz par le circuit. L'unité de laminage correspond, par exemple, à la réduction de moitié de l'écart de température du gaz et du solide à l'entrée du circuit. En

s'ajoutant bout à bout, deux laminages égaux à l'unité réduisent au quart la différence des températures

Ainsi élaborée, la théorie permet de calculer les meilleures proportions à donner à un aérocondenseur en vue d'un but déterminé. Elle a été appliquée à un appareil condensant 100 kg. de vapeur à l'heure et ne pesant que 20 kg. Le passage de l'air dans l'appareil était obtenu au moyen d'une puissance d'un cheval seulement.

Grâce à l'organe auxiliaire que le Colonel Re-



Fig. 1. — Le ballon « La France » à l'atterrissage (d'après une photographie prise de l'avant).

nard avait réalisé, le moteur à explosion devenait applicable au ballon dirigeable. Mais, alors, une autre solution se présenta immédiatement à son esprit.

Le moteur à vapeur est bien préférable à tous égards au moteur à explosion, en raison de la douceur de son action et de la continuité de son effort. S'il avait été laissé de côté dès le début, c'est qu'on devait considérer comme impossible la condensation des quantités de vapeur cinq à six fois plus fortes qu'il exige pour une même puissance.

Mais, l'aérocondensation pouvant maintenant être obtenue avec des appareils de 2 kg. à 2 kg. 5 par kilowatt, toute la difficulté se bornait, à l'époque de ces recherches, vieilles de dix ans, à la construction d'une chaudière ne dépassant pas 2 kg. 5 par kilowatt, afin d'arriver à un poids total inférieur à 7 kg. par kilowatt, qui était la limite imposée par l'ensemble du problème. Le moteur proprement dit pouvait, à cette époque déjà, être obtenu, en effet, avec un poids ne dépassant pas 1 kg. 3 par kilowatt.

Pour réaliser la nouvelle chaudière, le pas à franchir était difficile; les chaudières les plus légères connues dans la marine pesaient, en effet, 10 à 12 kg. par kilowatt; il fallait descendre au cinquième de cette valeur. Mais les études antérieures avaient si bien préparé le Colonel Renard à résoudre ce nouveau problème qu'en 1897 une première chaudière de 60 kilowatts fut construite pour un poids total de 128 kg., soit très peu plus de 2 kg. par kilowatt.

Des publications plus ou moins détaillées nous ont permis jusqu'ici de nous borner à rappeler les traits saillants des inventions du Colonel Renard. Mais la chaudière est encore inédite, et il est particulièrement intéressant d'en examiner le fonctionnement.

Les principes généraux sur lesquels elle repose sont la vaporisation instantanée dans un serpentin, la récupération aussi complète que possible de la chaleur, enfin l'alimentation du serpentin en eau et du brûleur en combustible par des pompes spéciales, en servitude avec le moteur principal, et fournissant toujours à la chaudière et au foyer les quantités de liquide exigées pour le fonctionnement du moteur lui-même.

Pour la meilleure utilisation de la chaleur dégagée dans le foyer, un serpentin d'un seul tenant est disposé (fig. 5) dans une caisse allongée dans le sens vertical, entourée d'un espace annulaire dans lequel circule l'eau qui servira à l'alimentation. L'entrée de l'eau dans le serpentin, commandée comme il a été dit par une pompe, s'effectue par le haut; puis, lorsqu'elle est arrivée au milieu à peu près de la hauteur de la caisse, elle descend d'un

trait jusqu'au bas, pour remonter, par des détours,

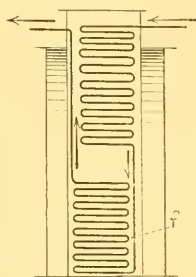


Fig. 5.

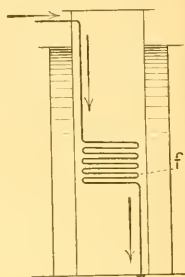


Fig. 6.

Fig. 5. — Trajet de l'eau à vaporiser dans la chaudière Renard.
Fig. 6. — Trajet du pétrole à vaporiser dans la chaudière Renard.

jusqu'au tiers de la hauteur. Ce trajet a un but précis. L'eau qui entresouffle les derniers restes de chaleur aux gaz qui s'échappent. Mais, si la vapeur allait constamment en descendant, les coups de feu seraient à craindre dans les parties les plus basses du faisceau. Il est bon, au contraire, que celui-ci soit parcouru, dans ses parties inférieures, par de la vapeur qui commence seulement à se surchauffer, et produit encore, par sa circulation, un refroidissement énergétique.

L'espace libre entre les deux parties du serpentin est occupé par le tube contourné de la figure 6, qui sert à la vaporisation du pétrole de chauffe. L'endroit où on l'a placé a été choisi de manière à ce que la vaporisation puisse être complète, sans danger de

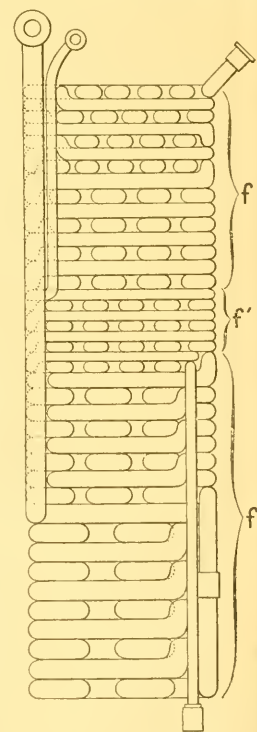


Fig. 7. — Faisceaux de tubes de la chaudière Renard (élévation).

décomposition et d'obstruction des tubes par dépôt de coke.

Les figures 7 et 8 montrent, enfin, l'aspect véritable du faisceau de tubes, jointifs dans le sens des couches successives, et dont les interstices dans chaque couche forment des cheminées en chicane.

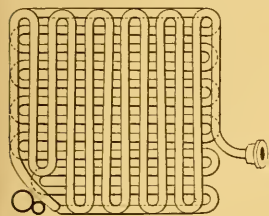


Fig. 8. — Faisceau de tubes de la chaudière Renard (plan).

Il est aisé de voir qu'avec le dispositif adopté, si les interstices sont convenablement disposés, la chaleur du combustible est utilisée en presque totalité, et que la chaleur perdue par rayonnement des

parois est sensiblement nulle.

La figure 9 montre la façon dont le foyer fonctionne. La pompe P envoie le pétrole dans le serpentin, la vapeur est injectée dans un foyer à double enveloppe, et l'air d'alimentation, tout en refroidissant les parois extérieures, se chauffe avant d'arriver au brûleur b.

L'ensemble est représenté dans la figure 10; les deux pompes P et P' envoient respectivement à la chaudière l'eau et le combustible. La vapeur sort par le tuyau t, et va au moteur de servitude, actionnant les pompes et le ventilateur. De là, elle

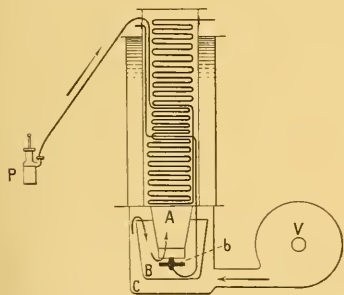


Fig. 9. — Foyer de la chaudière Renard. — P, pompe envoyant le pétrole; A, foyer; B, C, enveloppes; V, ventilateur pour l'envoi de l'air; b, brûleur.

se dirige vers le moteur principal. Une dérivation D permet de diminuer la part relative du moteur de servitude, ce qui est nécessaire pendant l'allumage.

La mise en marche se fait au moyen de la manette M, le moteur de servitude étant débrayé; l'allumage est effectué au moyen d'alcool que l'on verse dans la poche B. Pendant l'allumage, la

vapeur, très humide, est envoyée au dehors ou au condenseur.

La chaudière Renard convient particulièrement bien pour des puissances de quelques centaines de kilowatts. Pour les plus fortes puissances, on accouple plusieurs chaudières, en laissant à chacune son moteur de servitude, et en équilibrant les pressions en amont et en aval de tous les moteurs de manière à les faire marcher à la même allure.

Nous avons vu que la nouvelle chaudière constitue un grand progrès par l'allègement au quart des anciennes chaudières marines. Dans ces conditions, elle rend, contre toute espérance, le moteur à vapeur applicable au ballon dirigeable. Mais, surtout, elle produit, dans les petits bâtiments, une diminution telle du poids et de l'encombrement

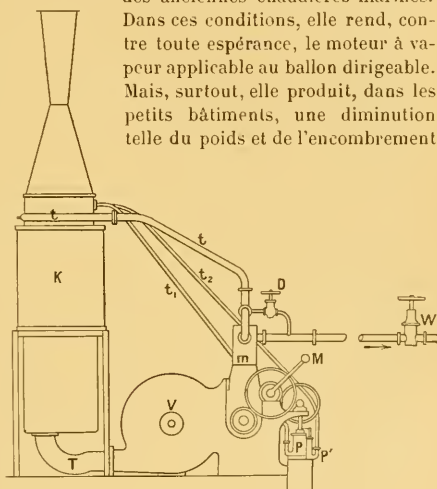


Fig. 10. — Ensemble de la chaudière Renard. — P et P', pompes envoyant l'eau et le combustible par les tubes t₁ et t₂; V, ventilateur envoyant l'air au foyer par le tuyau T; K, corps de la chaudière; t, tube de dégagement de la vapeur; m, moteur de servitude; M, manette; D, dérivation; W, valve de sortie.

que les disponibilités résultantes permettent d'emmagasiner du combustible quadruplant leur rayon d'action. C'est l'indépendance presque complète assurée aux bâtiments de faible tonnage.

Il est difficile de prévoir aujourd'hui quelles seront, pour le développement futur de la marine de guerre, de commerce ou de plaisance les conséquences de l'emploi de la chaudière Renard, mais on peut, dès à présent, prédire qu'elles seront très considérables.

VIII

Lorsque, par l'invention de la chaudière à rendement élevé, l'allègement du moteur sembla pouvoir donner au ballon dirigeable la vitesse désirée avec un grand rayon d'action, une difficulté im-

prévue vint faire reculer encore la solution tant cherchée.

On savait, depuis longtemps, que la stabilité longitudinale de la nef aérienne était difficile à assurer, et le serait d'autant plus que la vitesse serait plus grande. Mais les essais de direction des ballons tentés dans ces dernières années virent montrer qu'avec les vitesses déjà réalisées, on touchait à la limite infranchissable. Sans parler des terribles catastrophes qui signalèrent deux des ascensions de l'année 1902, l'insuccès relatif de stabilisation du ballon Zeppelin, et les chutes répétées des ballons de M. Santos-Dumont, précédées d'oscillations de grande amplitude chaque fois qu'il cherchait à forcer son moteur, montrèrent qu'une nouvelle étude de la stabilité devrait précéder toute tentative d'augmentation de la vitesse des dirigeables. Le Colonel Renard consacra, à cette étude, une partie des années 1903 et 1904. Après avoir complètement élucidé le problème, et établi, par le calcul et l'expérience, la valeur des couples perturbateurs pour diverses carènes en fonction de leur vitesse, il montra que seule la stabilisation automatique assurerait l'horizontalité permanente de l'enveloppe du ballon. Il projeta alors de donner à l'aéronat les propriétés d'une flèche empennée, de manière à ce que le couple redresseur s'accrût en même temps que le couple perturbateur.

Ces travaux du Colonel Renard ont été décrits en détail dans la *Revue*¹, et la brève indication qui précède les rappellera suffisamment. Lorsqu'ils furent achevés, le Colonel Renard, qui avait toujours prévu des difficultés à la construction du ballon dirigeable suivant le programme qu'il lui avait tracé, devint très affirmatif. Plus d'une fois, dans la dernière année de sa vie, nous l'entendîmes prononcer cette phrase : « Maintenant, je possède tout ce qu'il faut pour construire un dirigeable qui marche. »

IX

Le Colonel Renard ayant ainsi achevé l'œuvre qui avait été celle de toute sa vie, l'étude complète de la construction du ballon dirigeable ayant une réelle valeur militaire, il put espérer un moment que ses projets verraient leur réalisation. Mais il eût fallu, pour cela, des crédits importants qu'il ne put pas obtenir. Et, comme son activité ne savait pas s'arrêter, il entreprit, en utilisant le moteur qu'il avait créé, de perfectionner les transports militaires, problème que le ministre de la guerre avait inscrit au programme des travaux de l'Établissement de Chalais.

Dans la propulsion sur route des trains de voi-

tures, il est nécessaire, pour que l'on puisse aborder les pentes raides, de disposer d'un poids adhérent qui soit une fraction déterminée du poids du train. Ce rapport augmente, naturellement, avec la pente, et, déjà pour les inclinaisons courantes, on arrive à un chiffre qui impose des tracteurs lourds. L'inconvénient du tracteur unique est de créer une disproportion trop forte entre le poids de la voiture de tête et celui des autres véhicules, et de charger localement les routes de poids qui peuvent les détériorer.

Tous ces inconvénients, que l'on connaît depuis longtemps, avaient fait envisager la solution du problème dans la constitution de trains dont toutes les voitures fussent motrices, soit par des moteurs indépendants, soit par des moteurs secondaires, alimentés par un seul générateur, porté par la voiture de tête.

La solution que le Colonel Renard a donnée de ce problème est fort élégante ; elle consiste à disposer, tout le long du train, un arbre brisé entre les voitures, et relié par un joint à la Cardan. Chaque voiture prend la puissance motrice sur cet arbre au moyen d'un joint élastique et d'un différentiel.

Mais cela ne suffit pas pour que le train soit bien dirigé ; il faut, en outre, que le tournant soit correct, c'est-à-dire que toutes les voitures passent sur la voie marquée par la première. Cette condition est remplie si l'on réalise une relation déterminée, régie par le théorème de Pythagore, entre les trois quantités suivantes : longueur du timon attelé à l'essieu d'avant, empattement, c'est-à-dire distance des deux essieux, celui d'arrière étant lié rigidement à la voiture, enfin longueur de la queue, c'est-à-dire de la distance de l'essieu d'arrière à la pointe du timon de la voiture suivante. Si le carré de cette dernière longueur est égal à la somme des carrés des deux autres, les voitures successives tournent autour du même point, et, par conséquent, se suivent sur la même circonférence. Dans le cas d'accélération angulaires, le tournant n'est plus absolument correct, mais les voitures de queue passent encore très près de la voie tracée par la voiture de tête, de telle sorte qu'un train d'un grand nombre de voitures suit docilement tous les méandres des routes à l'intérieur des villes ou des villages, sans que le conducteur ait à s'inquiéter d'autre chose que de sa direction.

Il est clair que le tournant correct ne peut être obtenu qu'en connexion avec la propulsion continue. En effet, si chaque voiture tire obliquement sur le timon de la suivante, il se produit des rapiers qui, peu à peu, redressent le train, et amènent les voitures de queue à couper court aux courbes que décrit la tête.

¹ Voir la *Revue* des 15 juillet et 30 septembre 1904.

On n'a point oublié la profonde impression que produisit le train Renard, en décembre 1903, au Salon de l'automobile, et ce fut, pour l'inventeur, un véritable triomphe lorsque, quittant l'Exposition, il conduisit son train dans le faubourg Saint-Honoré, et lui fit exécuter le brusque tournant qui lui permit d'entrer dans la cour de Palais de l'Élysée et d'y évoluer sous le regard bienveillant du Président de la République, qui avait exprimé le désir de féliciter le Colonel Renard de la transformation, qu'il venait d'opérer, du problème difficile des transports militaires. Ce fut aussi une de ses dernières joies.

X

Si l'on jette un coup d'œil rétrospectif sur l'œuvre si prodigieusement diverse du Colonel Renard, on reconnaît que tout se tient cependant, que tout converge vers un but unique, et les résultats accessoires, pour importants qu'ils soient, lui sont subordonnés. La construction, le gonflement, la manœuvre, la conduite du ballon libre ou captif furent entièrement renouvelés par lui, et, s'il réalise des inventions d'une incalculable portée, telles que la chaudière légère et le train à propulsion continue, ce ne sont que des conséquences des études faites en vue du ballon dirigeable. Mais que de détails à surmonter, que de pas à franchir pour arriver à chacune de ces inventions, complète en elle-même et parfaitement caractérisée ! Il est rare que le Colonel Renard ait employé une méthode de mesure sans la perfectionner ou la transformer. C'est ainsi que l'étude des moteurs l'amena à proposer le moulinet dynamométrique, dans lequel l'énergie est absorbée par la résistance opposée par l'air à des ailes montées sur un croisillon, sans que l'on ait à redouter les serrages ou les basculements du frein de Prony ; dans le moulinet, les ailes étant repérées, la vitesse angulaire, avec une correction pour la pression et la température de l'air, donne immédiatement la puissance absorbée.

Les études sur les mouvements de l'air l'avaient conduit aussi, par une pente toute naturelle, à construire, avec le concours du Capitaine de la Haye, des éleveurs pneumatiques, travaillant très économiquement pour le déchargement de toute matière fragmentaire. Les expériences avaient montré que le sable, les pierres menues, même des pièces métalliques, étaient entraînés par le courant. Ces appareils se sont répandus pour le transbordement des grains, où ils se sont montrés très pratiques.

Mais ce sont là des à-côté d'une grande œuvre ; il convenait de les citer néanmoins pour montrer que le Colonel Renard apportait, en se jouant, des

solutions pratiques dont chacune eût suffi à établir solidement la réputation d'un ingénieur.

Il fut un temps où le Colonel Renard, alors capitaine, était très populaire. C'était en 1884 et 1885, après les retentissantes expériences du ballon *La France*.

Puis, dans le grand public, qui attendait de nouvelles expériences de navigation aérienne, on pensa, ne voyant plus aucun ballon allongé partir des coteaux de Meudon, qu'il avait renoncé à apporter aucun nouvel élément de progrès à ce difficile problème. Nous venons de voir combien, au contraire, il en avait fait avancer un à un tous les détails, trop loyal pour vouloir reprendre une facile popularité en tentant une ascension à chaque nouveau pas en avant, et ayant pris la ferme résolution de ne demander aux Pouvoirs publics des crédits que lorsqu'une expérience complète pourrait bénéficier de tout l'ensemble des études patiemment poursuivies ; il voulait accomplir, dans les plus prochains essais, le véritable trajet aérien tel qu'il devrait être parcouru dans une guerre, rapide, sûr, étendu, dans toutes les directions et par tous les temps, sauf pendant les bourrasques. Cette droiture, dont on aurait dû lui savoir gré, tourna à son détriment. Des expériences aéronautiques qui tirent beaucoup de bruit et dont les meilleures avaient à peine réussi à égaler celles du ballon *La France*, firent croire que le Colonel Renard, ne construisant pas un nouveau ballon et ne publiant aucun résultat partiel, avait renoncé à la lutte. Sans doute, on ne contestait pas sa grande valeur ; sa réputation était trop bien établie parmi ceux qui connaissaient son œuvre véritable, tant en France qu'à l'Étranger, pour qu'on pût feindre de l'ignorer. Mais sa célébrité lui fut reprochée comme s'il en était responsable. En même temps, les fatigues jointes aux déboires eurent raison de sa robuste constitution ; depuis quelques années, ses amis voyaient avec peine sa santé décliner sous les attaques d'une douleur muette ; finalement, une affection cardiaque se déclara et fit en quelques mois de rapides progrès.

Le Colonel Renard était resté célibataire ; mais il avait trouvé, dans la famille de son frère tendrement aimé, le Commandant Paul Renard, un foyer qui était comme le sien propre, et au sein duquel il éprouvait la joie et le réconfort. Le Commandant Paul Renard lui avait été, en effet, officiellement adjoint à partir de 1879 ; pendant vingt-cinq ans, il avait partagé tous ses travaux, l'aidant à les élaborer, confident constant de toutes ses pensées. Mais, dans le courant de l'année dernière, le Commandant Renard ne trouva d'autre issue à une situation devenue de plus en plus difficile que de renoncer à une collaboration qui avait été sa vie entière. Le Colonel voulut lutter encore, espérant

obtenir la possibilité de construire le dirigeable dont il avait rassemblé tous les éléments.

Depuis le départ de son frère, l'établissement de Chalais, où il avait passé tant de belles années dans le travail couronné d'un légitime succès, lui parut vide et triste. Resté à Paris chez son frère, pendant une grave atteinte de grippe, il retourna à Chalais, pleinement convalescent, au commencement d'avril. Ce premier retour l'impressionna péniblement; au cours de la seconde visite à son laboratoire, il se sentit las, remonta dans sa chambre et s'assit dans son fauteuil, où on le trouva, l'instant d'après, foudroyé par un arrêt du cœur.

Ainsi mourut au poste d'honneur qu'il avait

rendu célèbre, et où le devoir l'appelait tristement, un homme qui, par son œuvre d'une superbe ampleur, honora grandement son pays. Nul ne réalisa, dans la navigation aérienne, d'aussi grands progrès; et les aéronautes futurs, associant son nom à celui du célèbre précurseur de l'Aéronautique moderne, se souviendront que le Colonel Renard apporta la solution complète des problèmes dont le général Meusnier avait ébauché l'étude un siècle auparavant, mais dont il avait surtout montré la difficulté.

Ch.-Ed. Guillaume.

LA FIXATION DE L'AZOTE ET L'ÉLECTROCHIMIE

Sous la forme de sel ammoniacal ou de nitrate de soude, l'azote représente un des produits vitaux de la civilisation; ses emplois sont si considérables qu'il constitue un des facteurs économiques les plus importants de notre époque.

L'ammoniaque joue un très grand rôle dans l'industrie chimique en général, et tout particulièrement comme matière auxiliaire dans la préparation du carbonate de soude, un des produits chimiques les plus employés dans l'industrie et dans l'économie domestique. De son côté, le nitrate de soude, provenant du Chili, sert à la fabrication de l'acide nitrique, dont l'importance n'est pas moins grande dans des branches nombreuses de l'industrie chimique; il suffit de rappeler, à ce propos, le rôle de l'acide nitrique dans la fabrication des explosifs, auxquels notre civilisation est redevable en grande partie des remarquables travaux d'art (chemins de fer, canaux, mines, etc.) qui ont modifié du tout au tout la vie économique, depuis la seconde moitié du dix-neuvième siècle.

Et pourtant, ces emplois chimiques des corps azotés sont encore inférieurs à ceux que représente la consommation des engrais à base de sels ammoniacaux ou de nitrates, auxquels on doit cette culture intensive, caractéristique de notre époque, qui permet aux peuples civilisés de supporter une densité de population presque sans pareille dans l'histoire. L'importation annuelle en Europe des nitrates du Chili est, en nombre rond, d'un million de tonnes; les quatre cinquièmes environ sont consommés par l'agriculture. La production annuelle de sels ammoniacaux en Europe est de 350.000 tonnes; la plus grande partie est aussi absorbée par l'agriculture. Les transports par voie ferrée résultant de cette énorme consommation de

produits azotés sur toute la surface du sol cultivable en Europe nécessitent, à eux seuls, un matériel roulant de plusieurs milliers de wagons en service continu dans ce but.

Ces quelques données précisent l'importance des produits azotés dans la vie civilisée et permettent de juger combien les conditions en seraient modifiées s'ils venaient à manquer.

Or, nos ressources en produits azotés sont limitées, et l'époque n'est pas très éloignée où celles-ci seront insuffisantes si des modifications importantes ne sont pas apportées à leurs conditions de production.

En effet, en ce qui concerne les nitrates d'abord, les gisements du Chili seront épuisés, d'après l'avis des hommes compétents, dans une vingtaine d'années environ; aucun des nouveaux gisements trouvés soit au Chili même, soit ailleurs (car ils sont soigneusement recherchés), ne présente l'importance ou les facilités d'exploitation qui caractérisent ceux sur lesquels le monde civilisé a vécu depuis un demi-siècle.

Si cette source d'azote venait à manquer, les sels ammoniacaux ne pourraient y suppléer que d'une façon incomplète. Leur production en Europe, avons-nous vu, s'élève à 350.000 tonnes par an, provenant presque exclusivement du traitement des eaux ammoniacales de l'industrie du gaz d'éclairage et du coke; il est vrai que toutes les usines ne pratiquent pas ce traitement. Mais, comme leur production ne peut être augmentée au delà des besoins, il en résulte que la fabrication de sels ammoniacaux, sous-produit de ces industries, restera forcément limitée; aussi estime-t-on que l'on pourrait tout au plus doubler la quantité de sels ammoniacaux actuellement livrée à la con-

somation. Cela ne ferait, pour l'Europe, que 700.000 tonnes environ, tandis que les besoins actuels de nitrate et de sels ammoniacaux s'élèvent ensemble à 1.350.000 tonnes environ. Le déficit brut, en cas d'épuisement des gisements du Chili, serait donc de 650.000 tonnes, en supposant que d'ici là la consommation ne se soit pas accrue. Il serait plus considérable encore si l'on tient compte du fait que l'azote nitrique paraît avoir certains avantages, au point de vue agricole, sur l'azote ammoniacal. On n'est pas absolument d'accord sur le rapport d'efficacité de ces deux produits; il paraît être assez voisin des nombres 10 : 8 ou 10 : 9. Ce qu'il y a de certain, c'est que le kilogramme d'azote vaut environ 1 fr. 50 sous forme de nitrate et 1 fr. 10 sous forme ammoniacale. Enfin, au point de vue des industries chimiques, l'azote ammoniacal ne peut remplacer l'azote nitrique.

Un des problèmes économiques les plus importants de notre temps consistera donc à parer aux conséquences de l'épuisement des gisements de nitrates du Chili et à créer des ressources d'azote équivalentes.

L'électrochimie paraît en voie d'apporter des solutions rationnelles à ces questions. Je désirerais exposer ici ceux des résultats actuels qui sont le plus près d'entrer dans la pratique.

Comme bien l'on pense, c'est à l'azote atmosphérique que l'on devait s'adresser pour chercher à remplacer les nitrates et les sels ammoniacaux. C'est une source pour ainsi dire inépuisable: la quantité d'azote contenue dans 1 million de tonnes de nitrate du Chili, consommation annuelle de l'Europe, est sensiblement égale à celle que renferme l'atmosphère recouvrant deux hectares de la surface terrestre. La matière première abonde; le gaspillage n'est donc pas à craindre, mais les difficultés que présente la fixation chimique de l'azote sont telles que, jusqu'à présent, il a été beaucoup plus économique de recourir aux gisements du Chili et de supporter les frais énormes et de toute nature que représente ce mode de faire: extraction, transports, droits de sortie au Chili, frets, droits d'entrée en Europe, transports européens, intermédiaires innombrables, etc.

Deux méthodes principales paraissent cependant aujourd'hui devoir donner sous peu des résultats industriels pratiques pour la fixation de l'azote atmosphérique; toutes deux sont liées aux progrès de l'électrochimie de ces dix dernières années. L'une atteint son but par la préparation de la chaux azotée (Kalkstickstoff), produit résultant de l'union des éléments du carbure de calcium avec l'azote atmosphérique; l'autre est basée sur la combinaison de l'azote et de l'oxygène atmosphériques à l'aide de l'arc électrique.

I. — LA CHAUX AZOTÉE.

M. le Dr Frank, de Charlottenburg, avait observé que le carbure de baryum BaC_2 , chauffé à haute température, fixe presque quantitativement l'azote: $BaC_2 + Az^2 = BaCAz^2$, pour donner du cyanure de baryum.

Cherchant à appliquer cette réaction au carbure de calcium, avec l'idée de perfectionner l'industrie des cyanures, il constata, non sans surprise, que la quantité de cyanogène formée est bien inférieure à celle que prévoit la théorie. Ayant étudié de plus près cette réaction, il reconnut que celle-ci se passe d'une façon différente, et que le phénomène principal, lorsqu'on travaille avec le carbure de calcium, est exprimé par l'équation: $CaC_2 + Az^2 = CaCAz^2 + C$. Le carbure abandonne donc la moitié de son carbone et se transforme, non plus en cyanure, mais en cyanamide calcique ou « chaux azotée ».

Ce corps, traité par l'eau dans des conditions appropriées, donne lieu à un dégagement d'ammoniaque: $CaCAz^2 + 3H_2O = CaCO_3 + 2AzH_3$.

Répandu dans le sol, il se décompose, plus ou moins lentement, d'une façon analogue, et l'on conçoit dès lors facilement qu'employé comme engrais azoté, il ait déjà donné des résultats fort encourageants, comparables, dans une certaine mesure, à ceux que fournissent les sels ammoniacaux.

Industriellement, la chaux azotée peut être préparée en dirigeant du gaz azote sur du carbure de calcium pulvérisé et porté à une température d'environ 800° ; la réaction se poursuit ensuite sans grande dépense de combustible, car elle est fortement exothermique; c'est la méthode pratiquée jusqu'à présent.

Mais on a aussi proposé de préparer la chaux azotée en mettant en présence de la chaux, du carbone et de l'azote, à la température très élevée du four électrique. Quelle que soit la façon d'opérer, l'azote atmosphérique doit être préalablement séparé de l'oxygène qui l'accompagne.

Théoriquement, le mélange de chaux azotée et de charbon ainsi obtenu devrait contenir environ 30 % d'azote. En fait, soit en raison des impuretés du carbure de calcium, soit à cause des altérations que ce produit subit en cours d'opération, la teneur en azote de la chaux azotée brute est inférieure à ce nombre. D'après M. Frank, elle oscille entre 14 et 22 %; les produits récemment fabriqués contiennent environ 20 % de ce précieux élément.

Quoi qu'il en soit, sans entrer dans des détails dont l'industrie, on le conçoit facilement, désire garder le secret, il est hors de doute que la production de la chaux azotée se présente comme une

opération étroitement liée, en principe, à la fabrication électrochimique du carbure de calcium au four électrique; les quantités d'énergie à mettre en œuvre doivent être sensiblement les mêmes; et l'on voit d'emblée que la chaux azotée à 20 % d'azote, par exemple, obtenue à partir du carbure de calcium revenant à 140 francs la tonne (prix de revient réalisé actuellement dans les usines électrochimiques très favorablement installées, fait ressortir le kilog d'azote fixé à 0 fr. 70 environ, soit à peu près à la parité de l'azote ammoniacal si l'on tient compte de tous les frais de fabrication. D'autre part, les essais tentés par l'agriculture ont donné d'assez bons résultats; les hommes compétents ne sont pas encore absolument d'accord sur la valeur relative de la chaux azotée, comparée à celle des sels ammoniacaux et du nitrate; mais il semble, cependant, qu'à plusieurs égards la chaux azotée occupe une position intermédiaire entre ces deux produits.

Celle-ci se présente donc dans des conditions de prix de revient et de qualité pour la consommation qui lui permettront de prendre place sur le marché des engrais azotés, surtout lorsqu'elle sera fabriquée en utilisant des installations hydro-électriques importantes, susceptibles de produire l'énergie à très bon compte.

Jusqu'à présent, la chaux azotée était livrée par une station d'essai à Berlin; une première usine plus importante de 3.000 chevaux doit être mise en marche cette année en Italie. D'autres produits similaires sont également étudiés.

II. — L'ACIDE NITRIQUE ÉLECTROCHIMIQUE.

La chaux azotée ne répond qu'à l'un des desiderata économiques du grand problème de l'azote; elle fournit un engrais chimique susceptible de remplacer, en partie du moins, le nitrate du Chili et surtout les sels ammoniacaux. Si les prévisions que l'on peut formuler aujourd'hui se réalisent, ce serait une solution partielle du problème.

Mais le nitrate du Chili joue un rôle aussi important, on l'a vu, comme matière première servant à la fabrication de l'acide nitrique, dont la plus grande partie est consommée pour la production des explosifs, poudres de guerre et poudres de mines pour les travaux du génie civil. En Europe, le nitrate employé dans ce but représente environ 1/3 de la totalité des quantités importées du Chili. En outre, les statistiques établissent que partout la production d'acide nitrique est en augmentation croissante. Après l'épuisement des gisements chiliens, les besoins de l'industrie en azote nitrique devront donc être couverts par une voie différente.

Deux directions générales s'imposent à première vue.

La première s'inspire de cette idée que l'azote atmosphérique peut d'abord être fixé sous forme ammoniacale (par exemple, par la réaction de la chaux azotée avec l'eau, et que le seul problème à résoudre consiste à trouver des conditions économiques pour oxyder l'azote de l'ammoniaque en acide nitrique. Cette façon d'envisager les choses a ceci de tentant que l'oxydation de l'ammoniaque est fortement exothermique: la réaction $\text{AzH}_3 + 4\text{O} = \text{AzO}_2\text{H} + 11\text{H}_2\text{O}$ correspond théoriquement à un dégagement de 97 calories. Il semble donc qu'en trouvant des conditions favorables elle doive s'accomplir spontanément.

C'est ce qui explique que des recherches aient été entreprises de divers côtés en vue de réaliser cette transformation. Jusqu'à présent, et malgré d'assez nombreux essais, au cours desquels on s'est efforcé surtout de trouver des catalyseurs efficaces, il ne semble pas qu'une solution pratique, susceptible d'être transportée dans l'industrie, ait vu le jour.

La seconde direction générale suivie, pour obtenir l'azote nitrique, a pour point de départ une observation de Cavendish (1784, d'après laquelle l'azote et l'oxygène se combinent lentement sous l'action des décharges électriques et forment ainsi des oxydes d'azote susceptibles de se convertir ensuite, par un processus chimique plus ou moins complexe, en acide nitrique, en acide nitreux, ou en nitrates et nitrites. La réaction fondamentale est donc, suivant l'heureuse expression du Professeur Crookes, une véritable « combustion » de l'azote dans l'oxygène; mais on peut ajouter, pour préciser le phénomène, que cette combustion est « lente et paresseuse », puisqu'elle ne se poursuit qu'autant que l'énergie électrique continue à agir, qu'elle s'arrête lorsque la teneur des gaz en oxydes d'azote a atteint une certaine valeur-limite.

Depuis dix ans environ, des expériences ont été entreprises de divers côtés, en vue d'établir les données précises d'une industrie de l'acide nitrique électrochimique, basée sur ce principe.

La description des divers procédés proposés entraînerait dans des détails techniques trop spéciaux. Il est plus utile de chercher à dégager les conclusions et données générales auxquelles conduisent les recherches de ces dernières années. Je tiens cependant à mentionner que la première tentative de ce genre, en Suisse, est due à M. Aloys Naville (1893), qui me proposa peu après d'étudier ce problème en collaboration avec lui et avec M. le Professeur C.-Eug. Guye. Les résultats de cette collaboration furent repris en 1896 par la Société d'Études électrochimiques à Genève, en vue d'es-

sais en demi-grand poursuivis dès lors d'une façon continue.

D'autres essais du même genre ont été organisés depuis, parmi lesquels il convient de citer : l'Atmospheric Products Co aux États-Unis méthode Bradeley et Lovejoy¹, le Groupe d'Initiative à Fribourg en Suisse (méthode Kowalski), et l'Actieselskabet det Norske Kvaestofcompagni en Norvège (méthode Eyde et Birkeland). Indépendamment de ces travaux, ayant plus ou moins un caractère industriel, des expériences de laboratoire fort intéressantes sont dues à M. Crookes (1897), à Lord Rayleigh (1897), à MM. Mc Dougal et Howles (1900), à MM. Muthmann et Hofer (1903), à M. Nerst (1904), à M. von Lepel (1903), ainsi qu'à de nombreux expérimentateurs dont il serait très long de donner la liste.

Au début de ce genre de recherches, des résultats souvent contradictoires ont été signalés; il semblait que les effets obtenus n'étaient pas les mêmes suivant que l'arc électrique, jaillissant dans l'air, est produit par le courant continu ou par le courant alternatif, suivant que l'arc est allongé ou raccourci: les uns ont préconisé les courants de faible intensité, d'autres les courants intenses; la présence de la vapeur d'eau a été indiquée tantôt comme favorable, tantôt comme défavorable; la forme même des électrodes paraissait jouer un rôle plus ou moins important. En résumé, l'oxydation de l'azote à la température de l'arc électrique semblait soumise à des lois bizarres, capricieuses et mystérieuses, et dépendre d'éléments nouveaux, complètement étrangers à ceux que l'on prend généralement en considération.

Toutes ces conditions paraissent aujourd'hui secondaires et accessoires; si elles ont masqué parfois et momentanément le jeu des lois fondamentales de la Mécanique chimique, on peut affirmer à présent que l'étude approfondie des observations ramène de plus en plus à concevoir le phénomène comme régi uniquement par ces lois fondamentales.

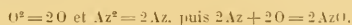
Non seulement, cette façon de l'étudier a pour elle l'avantage de la simplicité, mais encore elle fournit de précieuses indications sur les possibilités réalisables avec lesquelles les données acquises aujourd'hui sont en parfait accord. C'est donc sous cette forme simple et à la lumière des lois de la Mécanique chimique les mieux établies que je me propose de résumer les résultats fondamentaux obtenus.

Je commencerai par l'étude des principaux phénomènes chimiques qui se passent lorsque l'arc électrique jaillit dans l'air atmosphérique. Ils sont commodément classés sous trois chefs différents.

III. — ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES DE L'ARC ÉLECTRIQUE DANS L'AIR.

§ 1. — Réaction initiale.

A la température élevée de l'arc électrique, jaillissant dans l'air, les molécules d'azote et d'oxygène se dédoublent en leurs atomes, lesquels se recombinent en donnant d'abord du gaz bioxyde d'azote¹ AzO :



Comme la plupart des réactions chimiques gazeuses, cette réaction est limitée, c'est-à-dire que, pour une température donnée, et pour des conditions initiales données de pression, composition, etc., la réaction s'arrête lorsque la teneur en bioxyde d'azote a atteint une valeur donnée.

De fait, cet arrêt a pour cause la réaction contraire, c'est-à-dire la décomposition du bioxyde d'azote en ses éléments : $2AzO = Az^2 + O^2$.

La limite est atteinte lorsque les deux réactions contraires se produisent dans le même temps sur le même nombre de molécules : $\frac{1}{2}Az^2 + \frac{1}{2}O^2 \rightleftharpoons AzO$.

En d'autres termes, pour employer la terminologie de la Mécanique chimique moderne, la combustion de l'azote dans l'air atmosphérique est une *réaction réversible*.

Pratiquement, la teneur-limite du gaz AzO est difficile à observer, car, en présence d'un excès d'oxygène, ce qui est toujours le cas dans ces expériences, le bioxyde d'azote se transforme assez rapidement, au-dessous de 500 à 600°, en peroxyde : $AzO + O = AzO^2$.

C'est donc généralement sous forme de AzO² qu'il faut effectuer les dosages. Cela ne modifie cependant pas les conclusions précédentes.

§ 2. — Rôle de la température.

La limite de la réaction est d'autant plus élevée, toutes choses égales d'ailleurs, que la température est plus haute. Voici les nombres trouvés par M. Nerst et contrôlés par le calcul (loi des masses actives)¹ :

T. abs.	AzO en vol (obs.)	AzO en vol (calc.)
1,810°	0,37 %	0,37 %
2,033°	0,61	0,67
2,195°	0,97	0,98
3,200°	5,0	4,4

¹ Quelques auteurs ont supposé qu'il se formait directement du peroxyde d'azote; cette opinion est insoutenable si l'on tient compte des expériences de M. Richardson, d'après lesquelles le gaz AzO² se dissocie totalement en AzO + $\frac{1}{2}O^2$ entre 500 et 600°, température bien inférieure à celle de l'arc électrique.

Les temps dans lesquels ces limites sont atteintes sont aussi d'autant plus courts que la température est plus élevée. Voici quelques nombres indiqués par le même auteur pour durée de la demi-réaction (c'est-à-dire jusqu'à la moitié des limites ci-dessus) :

$$\begin{aligned} &\text{à } 1,540^{\circ} = 100,0'' \\ &\text{à } 1,737^{\circ} = 3,5'' \end{aligned}$$

De là résulte un double avantage à effectuer la combustion de l'azote à température aussi élevée que possible : d'une part, la teneur des gaz en oxydes d'azote sera plus forte; d'autre part, la transformation sera plus rapide.

Il est vrai que ces avantages sont compensés, en partie, par le fait qu'en travaillant à température élevée la dépense d'énergie calorifique accessoire sera plus considérable aussi, l'arc électrique devant, en effet, fournir les calories nécessaires pour porter à la température voulue, non seulement l'azote et l'oxygène qui se combineront, mais encore tout l'excès de ces deux gaz échappant à la réaction. Tous calculs faits, le supplément d'énergie nécessaire pour opérer à haute température représente une dépense inférieure au supplément de gain résultant d'un meilleur rendement, de telle sorte que l'élévation de température se traduit en fin de compte par un bénéfice. Voici, en effet, les résultats de ce genre de calcul, tels que les donne M. Haber :

1 kilowatt-an (de 365 jours de 24 heures) doit théoriquement fixer l'azote correspondant à la production de :

$$\begin{array}{ll} 1,850 \text{ k. HAzO}_3, & \text{si l'arc travaille à } 4,200^{\circ} \text{ C.} \\ 819 \text{ k. HAzO}_3, & \text{— } 3,200^{\circ} \text{ C.} \end{array}$$

Un abaissement de $1,000^{\circ}$ produit donc une diminution de rendement de 50 %.

§ 3. — Rétrogradation.

La formation de bioxyde d'azote à haute température est suivie d'une rétrogradation en azote et oxygène pendant la période de refroidissement.

Ceci est une conséquence nécessaire des lois de la Mécanique chimique appliquée aux réactions réversibles. En conséquence, si l'on a, par exemple, effectué la réaction fondamentale : $\frac{1}{2} \text{Az}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{AzO}$ à une température de $3,200^{\circ}$, et atteint la limite correspondante, c'est-à-dire une teneur d'environ 3 % en AzO (en vol.), et que l'on refroidisse lentement le mélange à $2,200^{\circ}$, l'équilibre s'établira à cette température à la teneur de 1 % environ en AzO (en vol.) ; durant ce refroidissement de $1,000^{\circ}$, on aura perdu 80 % de ce qui aura été produit à $3,200^{\circ}$. C'est ce qui constitue le phénomène de la *rétrogradation*.

De même que les équilibres précédemment con-

sidérés sont d'autant plus rapidement établis que la température est plus élevée, de même aussi la rétrogradation se produit beaucoup plus rapidement aux températures élevées qu'aux températures basses. Ceci est, d'ailleurs, une conséquence du phénomène général de réversibilité.

D'où l'on conclut que les températures les plus dangereuses pour la rétrogradation sont les plus voisines de la température de réaction. De là, la nécessité de refroidir aussi brusquement que possible les gaz qui ont été portés à la température de l'arc, pour les ramener dans le temps le plus court à des températures auxquelles la vitesse de rétrogradation soit pratiquement nulle; dans le cas de la combustion de l'azote, cette condition se réalise d'autant plus facilement qu'au-dessous de 600° le gaz AzO se combine peu à peu avec l'oxygène en excès pour former des vapeurs nitreuses AzO² qui échappent au phénomène de la rétrogradation.

Pratiquement, on a cherché à atteindre ce résultat, au début, en entraînant rapidement les gaz hors de la région où ils ont subi l'action de l'arc, et, plus récemment, en ayant recours à des dispositifs électriques ou mécaniques destinés ou bien à soumettre les arcs à des allumages et extinctions successives (plusieurs milliers de fois par seconde), ou bien à faire jaillir l'arc électrique dans des régions différentes de l'espace; dans tous ces cas, la zone gazeuse, portée instantanément par l'arc à une température très élevée, se refroidit instantanément aussi dans la masse d'air environnante, et les effets de la rétrogradation sont, sinon supprimés, du moins considérablement atténués.

§ 4. — Application des conditions précédentes.

En résumé, au point de vue électrochimique, les considérations fondamentales qui régissent la combustion de l'azote atmosphérique sont les suivantes :

1° Travail à température élevée, pour augmenter le rendement et la rapidité de la réaction ;

2° Refroidissement instantané des gaz, pour éviter la rétrogradation.

On le voit, ces deux conditions sont pratiquement assez difficiles à réaliser simultanément. Suivant que les expérimentateurs ont satisfait plus ou moins à l'une ou à l'autre, les résultats ont pu paraître contradictoires. C'est ce qui explique les résultats parfois bizarres constatés au début des recherches sur ce sujet. Mais, en dernière analyse, les lois de la formation du bioxyde d'azote à la température de l'arc électrique sont absolument les mêmes que celles des célèbres expériences de Sainte-Claire Deville par le dispositif du tube chaud-froid.

Les gaz ainsi obtenus, contenant environ 1 à 2 %

en volume de AzO à la sortie immédiate des appareils où ils ont été portés à la température de l'arc, doivent ensuite être traités pour transformer le gaz AzO en acide nitrique ou en nitrates et nitrites; ces opérations relèvent plus de la Chimie que de l'Électrochimie; il suffira d'en indiquer le principe, bien qu'en pratique elles présentent certaines difficultés; on est, en effet, obligé de manier un poids mort considérable de gaz inertes ou indifférents. Par refroidissement, le gaz AzO se transforme en Az^2O^3 et Az^2O^2 dès que la température s'abaisse au-dessous de 500-600°. Des réactions appropriées avec l'eau ou avec des solutions alcalines (soude, lait de chaux, etc.) donnent soit un acide nitrique dilué, soit des nitrates ou un mélange de nitrates et de nitrites.

Pour terminer, il convient d'indiquer enfin une caractéristique électrique commune à tous les dispositifs étudiés.

Quelle que soit la solution adoptée, que l'on travaille avec le courant continu ou alternatif ou avec des oscillations électriques rapides dans l'air en mouvement, ou en déplaçant les décharges électriques, l'arc demande pour jaillir un voltage supérieur à celui qui lui est nécessaire pour se maintenir à l'état de stabilité lorsqu'il a été une fois établi; en d'autres termes, le voltage à l'allumage est notablement plus élevé que le voltage de régime. Il en résulte que l'on est toujours obligé d'installer, entre la source d'énergie électrique et l'appareil producteur d'arc, ou bien une résistance assez considérable avec le courant continu, ou bien une ou plusieurs selfs avec les courants alternatifs ou oscillatoires. Au point de vue pratique, cela revient à dire que l'on n'utilise jamais dans l'arc qu'une fraction de la puissance nominale de la dynamo; avec le courant alternatif, par exemple, on aura toujours un décalage sensible, mesuré par un $\cos \varphi$ souvent assez défavorable; dans tous les cas, les calculs d'installation devront tenir compte de ce coefficient, puisqu'il équivaut à une augmentation du coût des dynamos, et, par suite, du coût de l'énergie.

Telles sont les données scientifiques qui se dégagent aujourd'hui des études laborieuses et coûteuses auxquelles on s'est livré en ces dernières années sur ce sujet; elles apparaissent assez simples; tel n'a pas été le cas au début. Il est intéressant de voir jusqu'où elles ont conduit.

Les résultats les plus favorables qui aient été publiés indiquent une production de 800 à 900 kilogs de AzO^2H par kilowatt-an mesurés sur l'arc. Pour tenir compte des dépenses d'énergie accessoires, du coefficient d'utilisation des dynamos, des difficultés de récupération des oxydes d'azote, etc., il est prudent d'admettre que, dans la pratique indus-

trielle, cette quantité doit être réduite environ de moitié et de fixer ainsi à 1 2 tonne par kilowatt-an la quantité d'acide nitrique susceptible d'être produite industriellement par les procédés électrochimiques.

En comptant le kilowatt-an électrique à 60 francs, prix réalisable dans de grandes installations, l'énergie nécessaire pour produire un quintal d'acide nitrique serait d'environ 12 francs.

Or, le quintal d'acide nitrique coûte actuellement :

1° A l'état d'acide nitrique concentré : 45 francs.

2° A l'état d'acide virtuel (dans le nitrate à 26 francs le quintal) : 35 francs.

La marge sur les prix actuels paraît donc suffisante pour que l'industrie puisse tenter, avec des chances sérieuses de succès, la fabrication électrochimique de l'acide nitrique, surtout si le coût des installations n'est pas trop élevé, point évidemment capital dont il faudra tenir grand compte.

Une tentative de ce genre est actuellement en voie d'exécution en Norvège, dans une usine où l'on travaille avec une puissance de 2.000 à 3.000 chevaux.

IV. — RÔLE DE L'AIR LIQUIDE ET CONCLUSIONS.

Après avoir exposé, comme nous venons de le faire, les recherches qui paraissent conduire aujourd'hui à des résultats fort encourageants dans la résolution du problème de la fixation de l'azote, il nous reste à signaler en quelques mots le rôle que l'air liquide est appelé à jouer dans le développement de ces industries naissantes.

Le procédé de la cyanamide calcique a besoin, comme matière première, d'azote pur et privé d'oxygène; jusqu'à présent, on le lui a fourni en faisant préalablement passer l'air atmosphérique nécessaire à travers des corps facilement oxydables (sels ferreux, cuivreux, etc.) qui retiennent l'oxygène. Récemment, l'usine italienne en construction a installé dans le même but la distillation de l'air liquide, qui, on le sait, se prête, dans des conditions plus ou moins économiques, à l'obtention de l'azote pur. Mais, dans ce cas, on ne voit pas ce que l'on fera de l'oxygène, surtout lorsqu'on opérera sur des tonnages un peu considérables.

Or, fait extrêmement intéressant, la combustion de l'azote atmosphérique se fait avec une amélioration de rendement très appréciable si l'on opère en présence d'un certain excès d'oxygène. De là résulte que, si les deux industries — cyanamide calcique et acide nitrique électrochimique — s'installent côte à côte, elles seront à même d'utiliser complètement, et sur une vaste échelle, les deux produits, azote et oxygène, provenant de la liquéfaction de

l'air. — Bien loin donc de se considérer comme des rivales, ces deux industries sont appelées à se prêter un mutuel appui. Travaillant ensemble, elles seront à même de fixer l'azote atmosphérique dans des conditions beaucoup plus économiques que si chacune d'elles voulait vivre de sa propre vie. Il est intéressant de noter en passant que ce sera l'air liquide qui constituera un jour le trait d'union entre les deux groupes de procédés.

Pour conclure, deux voies sont actuellement ouvertes en vue de parer à l'épuisement des réserves de nitrates du Chili, sur lesquelles a vécu jusqu'à présent le monde civilisé. — Ces deux solutions font appel, l'une et l'autre, aux forces hydro-élec-

triques économiques que produisent seules actuellement les chutes des régions montagneuses. Le problème intéresse donc à un haut degré notre pays. Il nécessite, en outre, la mise en œuvre des méthodes les plus perfectionnées de la technique électrique et de la technique chimique; sa résolution est liée aux lois les plus importantes et les plus modernes de la Physico-Chimie. Il m'a semblé que c'étaient là des titres suffisants pour en exposer dans cette réunion les résultats principaux¹.

Philippe-A. Guye.

Professeur de Chimie physique
à l'Université de Genève.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

PREMIÈRE PARTIE : PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE. CYTOLOGIE GÉNÉRALE.

Nous avons appliqué, cette fois encore, à la composition de cette revue un principe qui nous paraît indispensable. On ne peut prétendre à embrasser en quelques pages, d'une façon complète, l'immense production zoologique d'une année. Nous avons dû laisser de côté plusieurs ordres de questions pour en exposer, avec un certain ensemble, d'autres qui nous paraissaient avoir particulièrement mûri, sinon dans les douze derniers mois, du moins depuis deux ou trois ans. Nous nous efforçons, par une alternative aussi régulière que possible, de ne laisser dans l'ombre aucun grand champ de recherches. Nous insistons plus particulièrement sur les questions de Zoologie générale, qui intéressent naturellement le plus grand nombre de lecteurs, ou nous tâchons d'envisager sous ce point de vue des travaux par ailleurs spéciaux. Nous cherchons aussi à montrer les connexions de la Zoologie pure et des autres branches particulières de la Biologie, l'influence que celles-ci exercent sur celle-là, et l'application de faits du domaine de la science théorique à l'intelligence des problèmes d'ordre pathologique. On trouvera la trace de cette préoccupation dans les pages suivantes.

I. — PÉRIODIQUES NOUVEAUX.

Chaque année nouvelle voit grossir les recueils purement bibliographiques; ainsi s'accuse matériellement une production toujours plus copieuse. Avec non moins de régularité, naissent des périodiques correspondant soit à une spécialisation de

plus en plus accentuée, soit à l'extension des recherches dans un pays déterminé.

À la première de ces deux catégories répondent, parmi les recueils récemment fondés, les *Zoologische Annalen*², consacrés à l'histoire de la Zoologie, et les *Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie*³, qui embrassent toutes les questions où l'être vivant figure comme collectivité, c'est-à-dire tous les problèmes concernant l'espèce en Zoologie et en Botanique, les sociétés animales, les sociétés humaines et, par suite, les problèmes économiques directement liés à la biologie de l'homme.

À la seconde catégorie nous rapporterons un périodique récemment créé, l'*Archivio zoologico*⁴, et le *Journal of experimental Zoology*⁵. Ce dernier, fondé par un groupe de zoologistes américains, dont les travaux ont brillamment marqué, au cours des dernières années, vise à concentrer surtout les efforts faits en Amérique, par voie expérimentale, dans le domaine de la morphologie et de la morphogénèse; c'est, en somme, le programme de l'*Archiv für*

¹ Conférence faite à l'Assemblée générale de la Société Helvétique des Sciences naturelles, le 12 septembre 1903, à Lucerne.

² Premier volume, 1901. — Würzburg-Stuber — 15 m.

³ Premier vol., Berlin, 1903, 6 fasc., par an 20 m.; direction : A. Pfütz, Dr. Med.; A. Nordenholz, Dr. Jur., et L. Plate, Dr. Phil.

⁴ Naples. — Sous les auspices de l'Unione Zoologica Italiana (prix variable; 1^{er} volume, 1903).

⁵ Baltimore. — 1^{er} volume, 1903; 2 volumes actuellement parus; le vol. 28 fr. Comité de direction : W. K. Brooks, W. E. Castle, E. G. Conklin, Ch. B. Davenport, H. S. Jennings, F. K. Lillie, J. Loeb, T. H. Morgan, G. H. Parker, C. O. Whitman, E. B. Wilson, R. G. Harrison.

Entwicklungsmechanik de W. Roux, dont le nouveau recueil est l'équivalent américain.

Enfin, il faut mentionner aussi le *Bulletin du Musée Océanographique de Monaco*, où la Biologie et la Zoologie, en particulier, tiennent une large place, et qui publie, sous forme de notes préliminaires, les résultats divers des campagnes du Prince de Monaco.

II. — PHILOSOPHIE ZOOLOGIQUE. HÉRÉDITÉ.

INSTINCTS. RAPPORTS AVEC LE MILIEU.

Un coup d'œil général annuel sur la marche de la Biologie ne devrait pas négliger l'examen du mouvement des idées sur les notions fondamentales, c'est-à-dire sur la philosophie zoologique proprement dite. Mais il est vraiment impossible de résumer en quelques lignes des livres où la pensée est souvent subtile. On peut seulement noter en passant quelques tendances. Il en est une qui se manifeste depuis quelques années, surtout en Allemagne, et à laquelle on se fût peu attendu; elle a une certaine ampleur, quoiqu'elle ne nous semble pas destinée à durer : c'est la renaissance des théories vitalistes. Driesch¹ en est le représentant le plus fécond; on peut encore citer, à côté de lui, K.-C. Schneider² et l'éminent botaniste J. Reinke³. L'une des conséquences de ce mouvement chez ses adeptes, en particulier chez Driesch, est un anti-darwinisme très accusé. Oscillation succédant à la période d'exaltation darwinienne qu'a été le weismannisme.

Ce regain du vitalisme est, pour une part, une réaction contre les explications souvent par trop simples de certains mécanismes. Si l'on doit être convaincu que les phénomènes vitaux sont susceptibles, en dernière analyse, d'explications physico-chimiques, dont la nature ne diffère pas essentiellement de celles applicables à la matière inerte, il faut cependant reconnaître que nous sommes loin de pouvoir les donner. C'est surtout les progrès accomplis qui doivent nous donner confiance pour l'avenir, et chacun d'eux nous montre combien grossière était la conception de l'étape précédente. À trop vouloir simplifier les problèmes biologiques pour en donner une solution immédiate, à expliquer les réactions de l'être vivant par quelques forces physiques très simples, on dénature telle-

ment ces problèmes que beaucoup d'esprits n'y reconnaissent plus la Biologie, mais un jeu de combinaisons artificielles n'ayant rien de commun avec l'étude véritable de la vie. De même, une conception trop simple du problème morphologique de la descendance, la prétention de reconstituer, dès à présent, en fait, d'une façon trop précise l'évolution telle qu'elle a dû se produire historiquement, a parfois provoqué des révoltes injustifiées contre le principe lui-même.

Nous signalerons encore, comme le développement ingénieux d'une idée contestable, le livre récemment publié par R. Semon⁴, où il cherche à établir une identité véritable entre les phénomènes du souvenir et les forces conservatrices de l'hérédité. Chaque stimulus agissant sur l'organisme le modifie et y laisse une trace qui se renforce par la répétition et, se transmettant à la descendance, constitue une prédisposition héréditaire ou *mnème*! Ces mnèmes sont le « principe conservatif dans le changement du devenir organique ». L'auteur, dans son livre, a cherché à montrer la réalité de sa théorie sur une série de faits connus. Il a lui-même entrepris des expériences dans cet ordre d'idées, notamment sur l'hérédité des variations diurnes chez certaines plantes (*Mimosa*). Sans aller jusqu'à donner à ce principe une valeur fondamentale, on ne peut nier que beaucoup de stimuli périodiques laissent dans les organismes une trace indirecte qui leur survit.

Trop souvent, les travaux sur l'hérédité sont de pures spéculations théoriques, ou ne sont basés que sur des individus ou des générations en nombre trop restreint. Pour faire œuvre vraiment importante, il faut beaucoup de patience et de méthode et un choix sagace d'espèces résistantes, d'une multiplication abondante, rapide et aisée, offrant en même temps des caractères morphologiques nets. Toutes ces conditions sont réunies dans les longues et persévérantes recherches que Lang⁵ a publiées récemment sur l'hérédité, chez deux espèces d'*Helix*, *H. hortensis* et *H. nemoralis*, les petits escargots à bandes noires si communs dans nos jardins. Le naturaliste y trouvera de nombreux renseignements précis qui seraient si nécessaires sur tant d'espèces et sont souvent impossibles à obtenir : l'âge auquel l'animal est capable de se reproduire (deux ans environ, âge où la croissance de la coquille est terminée), une idée de sa longévité (neuf ans pour *H. hortensis*), les conditions dans lesquelles la fécondation s'opère (pas d'autofécondation; conservation fonctionnelle du sperme pro-

¹ V. notamment DRIESCH : Die Seele als elementarer Naturfaktor. Leipzig, 1902.

² K. C. SCHNEIDER : Vitalismus. *Biol. Centralbl.*, t. XXV, 1905.

³ REINKE : Einleitung in die theoretische Biologie; — Philosophie der Botanik (Leipzig, Barth, 1905); — Der Neovitalismus und die Finalität in der Biologie. *Biol. Centralbl.*, t. XXV, 1904; Hypothesen, Voraussetzungen, Probleme in der Biologie. *Ibid.*, t. XXV, 1905.

⁴ R. SEMON : Die Mneme als erhaltendes Prinzip im Wechsel des organischen Geschehens. Leipzig, W. Engelmann, 1901.

⁵ *Denksch. med. nat. Gesellsch. Jena*, t. XI, 1904.

venant d'un autre individu, dans la vésicule séminale, pendant plusieurs années. Au point de vue de l'hérédité proprement dite, Lang a fait des constatations nombreuses et non moins précises. Indiquons-en quelques-unes. La sinistrosité (anomalie individuelle chez ces espèces) n'est pas héréditaire. Chez *H. hortensis*, il existe deux catégories principales d'individus : les uns avec cinq bandes noires à la coquille, les autres sans aucune bande. Or, des cultures pures ont montré la puissance de l'hérédité du premier caractère (100 %); l'absence de bandes est également très héréditaire, moins cependant; il se produit, en effet, un certain nombre de variations vers l'état à cinq bandes. L'hybridation des deux variétés et le croisement des hybrides produits montrent un accord assez satisfaisant avec la loi de Mendel, le caractère *absence de bandes* étant dominant et la génération issue d'hybrides qui le présentent fournissant des individus à cinq bandes dans la proportion d'environ 25 %. Ces quelques faits peuvent donner une idée de la valeur documentaire du travail.

De l'étude très soignée que Jennings¹ a faite de la physiologie des Amibes, nous relèverons seulement certains résultats touchant à la conception mécanique des mouvements du protoplasme.

Depuis une quinzaine d'années, on a essayé de reproduire les phénomènes « vitaux » des êtres inférieurs par le jeu de substances non organisées les unes sur les autres, cherchant ainsi, non pas, bien entendu, à faire de toutes pièces de la matière vivante, mais à montrer, dans le mécanisme de tel ou tel phénomène physiologique, quelles sont les forces physiques qui agissent. L'exemple le plus célèbre, devenu classique, est celui du protoplasme artificiel de Butschli. Cette émulsion offre des mouvements spontanés dus à des changements locaux de la tension superficielle. Eh bien! ce mécanisme ne peut être celui des déplacements des Amibes; car, si l'on étudie les déformations d'un pseudopode du protoplasme artificiel, auquel on a ajouté un peu d'encre de Chine, on constate que, comme la théorie l'exige, il y a un courant central qui le porte en avant, mais que, sur toute la périphérie, *les courants sont dirigés en arrière*. Or, chez une Amibe, tous les points du pseudopode, aussi bien périphériques qu'axiaux, sont animés de mouvements en avant (Jennings). L'assimilation des mécanismes ne peut donc être faite.

Quand une Amibe qui se meut touche un corps solide, les points de contact seuls sont immobiles; il en résulte un mouvement de rotation de l'Amibe sur elle-même, en même temps qu'un mouvement

de translation. C'est ce que Jennings a pu réaliser artificiellement; mais comme, d'autre part, il n'a pu reproduire le mouvement de l'Amibe complètement entourée de liquide, il conclut qu'il n'est pas arrivé à découvrir le vrai mécanisme, tout en s'en étant approché plus que ses prédécesseurs.

Pour les divers autres actes physiologiques des Amibes : chimiotaxie, englobement des solides et particulièrement de longs filaments d'algues, choix des aliments, défécation, Rhumbler (1898)² a cherché à pénétrer les mécanismes et à les réaliser artificiellement par des dispositifs où l'on fait généralement jouer un rôle capital à la tension superficielle. Jennings montre encore qu'à de rares exceptions près la ressemblance n'est qu'apparente, et qu'il existe des différences telles dans le détail des processus que le mécanisme de l'un ne peut être considéré comme celui de l'autre.

Une des imitations qui paraissent toujours répondre à la réalité est celle qu'a réalisée Rhumbler, pour le mode de formation du test des *Difflugia* : on laisse tomber dans l'eau des gouttes d'une émulsion de chloroforme et de poudre de verre; les particules de verre se portent à la surface du chloroforme, comme les particules du test d'une *Difflugia*, par exemple au moment d'une division.

Pour ce qui regarde les réactions des Infusoires et des Rotifères, vis-à-vis de la chaleur et du froid, ou de la lumière, Jennings montre clairement que ces animalcules n'obéissent nullement aux lois des tropismes de Loeb (l'orientation est *primitive*, produite par action directe du *stimulus* sur les organes moteurs de l'animal); avant d'aller dans la « bonne » direction, ils font un certain nombre d'*essais* dans des directions déterminées; ils *oscillent* autour de celle qu'ils prendront finalement. Chaque mouvement est suivi d'une rotation de l'animal sur lui-même, commandée par sa structure asymétrique, s'effectuant par conséquent toujours dans le même sens; l'ensemble dénote un certain *état interne* de l'organisme au moment où le facteur externe agit. De là la notion qu'à côté des tropismes, il faut tenir compte des *états physiologiques*; par exemple, chez un *Stentor*, Jennings a noté six états physiologiques différents, décelés par la manière dont réagit l'Infusoire.

Ce sont, en somme, des conclusions assez analogues qui ressortent du dernier Mémoire de Bohn³, où l'auteur, après avoir vigoureusement critiqué ses devanciers, se défend vivement de conclure. On doit à Bohn toute une série de Mémoires très originaux : sur les rapports des Pagures avec les corps étrangers, pouvant ou non leur servir d'abri⁴, — sur

¹ *C. Carnegie Institution of Washington, Public. n° 16, 1904, et American Naturalist, t. XXXVIII, sept. 1904.*

² *Mem. Inst. psych., t. 1, 1905.*

³ *Bull. Inst. psych., n° 6, 1903-1904.*

les mouvements des *Convoluta*⁴, sur ceux des Mollusques marins littoraux, en particulier des *Littorines*. Par exemple, pour ces derniers, il montre clairement comment ils se trouvent dirigés sous l'influence de la lumière, attirés ou repoussés par des écrans noirs ou blancs, etc., et il cherche à prouver que ces mouvements n'obéissent pas à la théorie de Loeb, mais sont bien plutôt un cas particulier des *mouvements de manège*, conséquence eux-mêmes d'un inégal éclaircissement des deux yeux (voir les expériences de l'auteur avec des Néréides), quand l'éclaircissement est uniforme, les *Littorines* suivent les lignes de plus grande pente; s'il n'en est pas ainsi, leur mouvement est une combinaison de ceux que déterminent la lumière et la gravitation. Mais, à côté de ces cas où l'action des facteurs externes apparaît clairement, il y en a d'autres qu'on ne peut interpréter qu'en faisant entrer en ligne de compte les *états physiologiques* de l'animal.

L'auteur avait déjà fait, avec les *Convoluta*, cette intéressante constatation que les animaux gardés en captivité reproduisent, durant une quinzaine de jours, des mouvements d'ascension et de descente tout à fait synchrones de ceux qu'ils auraient dans leur habitat naturel, et qui sont synchrones de la marée (les *Convoluta* montent à la surface du sable quand la mer descend; elles s'enfoncent dans le sable quand la mer monte); et cela, alors même que les conditions de la captivité sont inverses de celles de la liberté, aux mêmes moments. Bohn a, dans son dernier Mémoire, étendu ces faits aux *Littorines* et disséqué finement les phénomènes variés, souvent de sens contraire, et en apparence incohérents, présentés par ces petits Gastéropodes; ils tiennent à ce qu'on les observe à une période de morte ou de vive eau, à telle ou telle heure par rapport à la marée, à ce que leur habitat normal est plus ou moins élevé par rapport au niveau moyen de la mer haute. Il y a des variations oscillatoires périodiques en rapport avec l'amplitude de la marée (qui ont, par conséquent, pour rythme une quinzaine), d'autres en rapport avec l'heure de la haute mer (dont le rythme est de douze à treize heures), et enfin des variations que l'on peut qualifier d'accidentelles. Et l'état physiologique influe sur le sens des mouvements de manège, sur les rapports avec les surfaces d'ombre et de lumière, et explique les bizarreries des trajectoires.

Mais que cache cette formule « état physiologique »? Bohn, en dernière analyse, rapporte les différences d'états physiologiques à des états chimiques différents, en particulier à l'hydratation variable des tissus (*anhydribose* de Giard), qui est évidemment, pour les animaux littoraux dont il est

question, en rapport avec les phénomènes de marée.

On arrive donc à une sorte de compromis entre la théorie purement mécanique, brillamment inaugurée par Loeb il y a une quinzaine d'années, et la théorie vitaliste. Mais là le vitalisme est plus apparent que réel, car ces états physiologiques ne doivent être que la résultante compliquée d'une suite d'actions mécaniques.

Malgré une analyse de plus en plus pénétrante des réactions de tout ordre entre les animaux et le milieu, nous ne connaissons sans doute jamais avec une certitude satisfaisante les mécanismes par lesquels se sont établies les corrélations si nécessaires et si générales qui constituent l'adaptation. Et même tel rapport qui nous paraît immédiat et suggère une explication simple masque peut-être souvent des relations beaucoup plus complexes. Néanmoins, l'étude de la Nature à ce point de vue, la morphogénie déduite hypothétiquement de l'observation comparée, est féconde, si elle est prudente dans ses conclusions. Nous signalerons comme un travail de ce genre celui d'Anthony⁵ sur les Mollusques Acéphales fixés en position pleurothétique, c'est-à-dire latéralement par une des valves. Ce fait se rencontre dans des familles variées et indépendantes (*Chamidae*, *Ætheriidae*, *Rudistae*, etc.); il a entraîné sur elles des modifications convergentes (substitution de la symétrie coronale à la symétrie sagittale, forme arrondie, valve en cornet et valve operculaire, etc.). Le rapport entre le facteur morphogène et la déformation produite apparaît ici nettement, et cependant, si l'on veut expliquer le détail des modifications, les solutions mécaniques simples qui se présentent doivent être suspectées. Mais, le plus souvent, les conditions générales déterminantes du milieu pouvant être considérées comme bien établies et leur importance comme suffisamment vérifiée, leur retentissement sur les organismes est des plus difficiles à préciser.

Un excellent exemple à ce titre nous est fourni par le plankton; les conditions physiques hydrostatiques sont ici le facteur essentiel, l'agent morphogène, simple en lui-même; combien varié et complexe est son retentissement, même sur un seul groupe bien limité! C'est ce que font ressortir les travaux récents dans ce domaine si exploré au cours des dernières années. Très suggestives sont, à cet égard, les Notes préliminaires que Woltereck⁶ a publiées sur les Amphipodes bathypélagiques recueillis par la *Valdivia* et appartenant au groupe bien défini des Hypérides (*Thaumatoops*, *Mimonectes*, etc.); ce type très homogène s'adapte à des conditions peu différentes, sinon identiques,

⁴ Thèse Fac. Sc. Paris et Ann. Sc. Nat. (Zoologie), 1905, t. I.

⁵ Zool. Anz., t. XXVII, 1905.

⁶ C. R. Ac. Sc., t. CXXXVII; Bull. Muséum, 1903.

de façons très variées. Combien plus complexe est le problème pour des organismes tels que les Radiolaires ! On en aura une idée par un Mémoire de Haecker¹ sur les Tripyliaires de la même *Valdivia*.

Le squelette des Radiolaires nous offre une extrême variété de formes d'une parfaite symétrie géométrique et compliquées de détails élégants. Mais les rapports de ce squelette avec la masse protoplasmique (qui nous parvient presque toujours extrêmement déformée ou même à peu près complètement détruite) sont encore bien mal connus. Or, beaucoup des complications périphériques du squelette doivent se rattacher à la réalisation de l'équilibre hydrostatique de l'animal avec le milieu. Le travail de Haecker renferme à cet égard de nombreuses vues ingénieuses et plausibles, en l'absence de preuves formelles. Le squelette n'est pas seulement un organe de protection et de soutien général : c'est aussi l'appareil d'insertion de librilles contractiles (*myophrisques*) qui peuvent rétracter plus ou moins la masse protoplasmique et faire varier ainsi le volume de l'animal et sa densité. Si l'on compare des espèces très voisines, dont l'une appartient aux couches superficielles et l'autre est bathypélagique (ex. : *Auloscarina pelagica* et *A. verticillus*), on les voit différer par des détails du squelette périphérique qui paraissent bien être en rapport avec la disposition superficielle du protoplasme et, par suite, avec l'accroissement relatif de la surface de l'animal, par rapport à son volume total. Les quelques cas analysés d'une façon nécessairement hypothétique ne peuvent que nous faire entrevoir une explication probablement assez générale.

Nous ne ferons que rappeler, comme se rattachant à la même tendance (l'un de nous en ayant déjà parlé dans cette *Revue*²), les belles recherches faites par Doflein sur les yeux des Crabes abyssaux dans leurs rapports avec les conditions de milieu, et qui ont paru *in extenso* il y a quelques mois³.

Nul fait de convergence peut-être n'est plus net que celui que Kunckel d'Herculais⁴ a fait récemment connaître et pour lequel il a proposé le terme d'*homœopraxie*. Un Lépidoptère Limacodide *Silbina bonaerensis* de la République Argentine forme ses cocons sur les arbres fruitiers. L'insecte éclôt au printemps, en découpant, à l'état de nymphe, dans son cocon, un orifice circulaire, à l'aide

d'une pointe frontale tétraédrique. Ce Lépidoptère est parasite, à l'état de chenille, par un Diptère Bombylide (*Syrstropus conopoides*). La larve du parasite se trouve enfermée dans le cocon. Les observations de Kunckel ont montré qu'elle en sort au printemps, par le même procédé que le Lépidoptère, à l'aide d'une pointe frontale tout à fait semblable et dont la présence, chez le parasite, ne peut être qu'une conséquence des conditions particulières de son évolution parasitaire. Beaucoup verront dans ce parallélisme de l'hôte et du parasite une expression de l'orthogénèse.

Dans quelques cas, on a pu saisir le lien direct entre l'action du milieu et les modifications des animaux. Tel est, par exemple, le dimorphisme saisonnier des Lépidoptères, que de nombreuses recherches ont montré en rapport avec la température. Cela n'est pas vrai seulement chez les Papillons ; des faits d'observation analogues dans d'autres groupes relèvent du même déterminisme. C'est ce que Wolff, Ostwald vient d'établir pour certaines Daphnies⁵, que l'on rencontrait à l'état de variétés distinctes aux diverses périodes de l'année. Il a pu, avec des *Hyalodaphnia*, reproduire ces variétés en culture pure, en faisant varier la température. Pour beaucoup d'autres formes, on arriverait sans doute à un résultat analogue.

L'observation, combinée avec l'expérimentation, éclaire peu à peu une catégorie complexe de faits relatifs aux rapports des animaux et du milieu : ceux qui relèvent de la coloration⁶. L'origine des pigments se précise. Le rattachement de beaucoup d'entre eux à la chlorophylle alimentaire, leurs transformations dans l'organisme, le rôle de la tyrosinase dans la production des pigments noirs, raccordent progressivement nos connaissances jusqu'ici éparses. Nous citerons, en particulier, les intéressantes recherches de Gessard⁷ sur le mécanisme de la coloration des pupes des Mouches et sur le coloris de l'imaginaire chez la mouche dorée (*Lucilia caesar*). Dans le premier cas, il s'agit de l'action d'une tyrosinase sur un chromogène ; dans le second, de la même action combinée ensuite avec des phénomènes de lames minces.

La connaissance du rôle physiologique de beaucoup de pigments progresse également. Nous signalons, l'an dernier, les remarquables travaux de M^{lle} de Linden sur le pigment rouge des Vanesses et son rôle assimilateur. Keeble et Gamble⁸, poursuivant leurs recherches sur les Crustacés supérieurs, croient trouver chez ces êtres un exemple nouveau du rôle photosynthétique des pigments dans les

¹ Jen. Zeitsch. für Naturw., t. XXXIX, 1904.

² CAULLERY : Les yeux et l'adaptation au milieu chez les animaux abyssaux, *Rev. Gén. Sciences*, 17 avril 1905, p. 331. Cf. aussi *Rev. Ann. Zool.*, 1904, p. 609.

³ DOFLEIN : *Wiss. Ergbn. Deutsch. Tiefsee Exped.*, t. VI, *Brachyura*, Biolog. Theil, 1905.

⁴ C. R. Ac. Sc., t. CXXXVIII, 1904, et *Bull. Scient. France et Belgique*, t. XXXIX, 1905.

⁵ Arch. für Entwickl.-mech., t. XVIII, 1904.

⁶ Cf. *Rev.* de 1904, p. 395.

⁷ C. R. Soc. Biol., t. LVII, p. 285 et 320, 1904.

⁸ Philos. Trans., t. CXCVIII, 1905; Cf. *Rev.* de 1904, p. 395.

chromatophores. Ces organes renferment de la carotine et aussi de l'huile et des graisses en quantité considérable. La présence de ces corps gras paraît être en rapport direct avec la lumière, car elle fait défaut à l'obscurité : de plus, ils sont bien distincts du pigment lui-même et non incorporés à lui. Les auteurs émettent donc l'hypothèse qu'il faudrait vérifier d'une manière précise que les graisses sont un produit de synthèse réalisé par le pigment à l'aide de la lumière. A côté de cette action photosynthétique vraie ou fausse, ils examinent encore le rôle biologique de ces mêmes pigments dans les rapports des Crustacés avec le milieu. Chez l'*Hippolyte varians*, par exemple, qui, comme on sait, se montre de même couleur que les algues au milieu desquelles il vit, cette homochromie doit-elle être interprétée au point de vue finaliste comme produite par la sélection pour la protection de l'animal, ou bien n'est-elle, chez le Crustacé comme chez les Algues, qu'une coloration complémentaire par rapport à la lumière incidente? Keeble et Gamble tendraient à accepter cette seconde interprétation. Mais, à la supposer exacte, elle n'exclurait pas la possibilité que, une fois la coloration en question réalisée, celle-ci aurait fourni secondairement à l'animal une protection efficace. Il paraît indéniable qu'en certains cas l'homochromie a cet effet. Cesnola¹ a fait récemment à cet égard d'intéressantes expériences sur des *Mantis religiosa*. Il existe dans cette espèce des individus verts et d'autres bruns. Il plaçait des lots de ces individus les uns sur des fonds harmonisés, les autres sur des fonds de couleur différente, tous étant exposés aux Oiseaux. Au bout d'un temps donné, les individus homochromiques avaient été dévorés en bien moins grand nombre. Ici, donc, l'homochromie réalisait, au moins secondairement, une protection réelle.

III. — CYTOLOGIE GÉNÉRALE.

§ 1. — Chromidies.

Dans notre revue de l'an dernier, nous avons attiré l'attention sur la théorie des *chromidies* de R. Hertwig. Nous y renvoyons pour son exposé. Nous voulons surtout, cette année, signaler les travaux récents de R. Goldschmidt², qui, à côté de nombreux faits nouveaux relatifs à l'existence de formations chromidiales dans les cellules des divers tissus d'*Ascaris*, contiennent des vues d'ensemble sur l'importance de ces formations dans le règne animal, en particulier chez les Protozoaires. Il insiste

d'abord sur ce que la notion de chromidies n'implique aucune idée quant au rôle physiologique de ces éléments, de composition chimique et d'origine nucléaire. Tantôt (cas de l'*Actinosphaerium* et des Métazoaires en général), ces chromidies ont un rôle trophique; tantôt, au contraire (par exemple : chez de nombreux Rhizopodes), elles représentent la partie reproductrice de l'ensemble chromatique de la cellule. Goldschmidt propose de désigner ces chromidies reproductrices sous le nom de *sporéties* (on pourrait dire aussi *idiochromidies*, pour les distinguer des premières (chromidies proprement dites ou *trophochromidies*). La coexistence, chez un certain nombre de Protozoaires, d'un noyau et d'un système chromidial conduit à la notion d'une dualité et d'un dimorphisme nucléaire fondamentaux chez les Protozoaires.

Il convient, nous semble-t-il, de rattacher à la conception d'Hertwig les faits soigneusement étudiés par Maziarski³ et relatifs aux relations du noyau et du protoplasme dans les grosses cellules des tubes hépato-pancréatiques d'Isopodes marins (*Cymothes*, *Nerolice*, *Anilocra*). Le noyau envoie des prolongements variés vers la partie basale de la cellule et, dans toute cette région, les limites nucléaires n'existent plus : les relations du noyau et du cytoplasme sont tout à fait intimes. On voit donc un noyau, bien défini en apparence, prendre des caractères de noyau diffus (en d'autres termes de système chromidial), et les belles figures de l'auteur ne laissent guère de doute que, conformément à la manière de voir que nous exprimions l'an dernier, le passage d'un état à l'autre soit dû au pouvoir amiboïde très développé du noyau.

La théorie des chromidies a permis à J. Ewing⁴ de donner une interprétation satisfaisante des inclusions cellulaires, en forme de réticulum chromatique, si caractéristiques de la vaccine, de la variole et des maladies similaires et décrites, à tort, croyons-nous, comme des parasites. Nous signalerons plus loin une application, aux tumeurs cancéreuses, d'un autre ordre de faits cytologiques.

§ 2. — Structure de la chromatine.

Le substratum matériel de l'hérédité le plus susceptible d'analyse. — par suite, celui auquel on a nécessairement été amené à attribuer la plus grande importance, — est la chromatine. Les images qu'elle fournit au moment de la division cellulaire et surtout de la fécondation, la réduction chromatique lors des divisions maturatives (expulsion des globules polaires ou divisions des spermatocytes), sont un des principaux sujets d'études depuis vingt

¹ *Biometrika*, t. III, 1904.

² *Zool. Jahrb., Anat.*, t. XXI, 1901, et *Arch. f. Protistenk.*, t. V, 1904.

³ *Bull. Acad. Sc. Cracovie*, 1904, p. 345.

⁴ *Journ. of med. Research*, t. XIII, 1905.

ans. Un des hommes qui ont le plus contribué au progrès de nos connaissances sur ce chapitre, Boveri, vient de condenser les faits acquis et ses idées personnelles dans un petit livre¹, où l'on trouve un résumé commode de l'état actuel de ces problèmes. Les points fondamentaux établis selon Boveri sont : l'individualité permanente des chromosomes, leur diversité qualitative dans un même noyau, et la diversité qualitative des particules qui constituent chacun d'eux. Cela résulte de l'analyse minutieuse de la fécondation normale et surtout anormale, des expériences de mérogonie, etc... Il est intéressant de montrer, dans les travaux de Boveri et dans ceux des autres auteurs, la place capitale et les conséquences des principes précédents.

Nous avons déjà signalé ici² un travail où Boveri étudie des larves d'Oursin provenant d'œufs fécondés anormalement par deux spermatozoïdes. L'observation montre que les noyaux des divers blastomères ne sont pas équivalents : ils présentent un excès ou un déficit de chromosomes ; si chacun de ceux-ci, dans un noyau normal, a une valeur qualitative propre, ces noyaux diffèrent donc, au point de vue de la chromatine, quantitativement et qualitativement. Or, on voit une justification de cette opinion dans le fait que les blastomères de ces œufs, isolés au stade 1, se développent d'une façon très différente les uns des autres. Il y a donc là une preuve de la diversité qualitative des chromosomes d'un même noyau.

Dans un travail plus récent³, Boveri étudie le développement d'œufs ou de fragments d'œufs mérogonie dans lesquels il a réussi à faire varier la quantité de chromatine et, par suite, le nombre de chromosomes. Il constate d'abord que le nombre initial de chromosomes, normal ou anormal, se conserve sans modification pendant tout le développement (au moins jusqu'au stade gastrula) ; il nie, par suite, l'autorégulation de ce nombre que Delage avait cru pouvoir annoncer⁴. De plus, la taille des noyaux de ces divers embryons est d'autant plus grande qu'ils contiennent plus de chromosomes, et — confirmation des idées de R. Hertwig⁵ — le volume de la cellule reste proportionnel à celui du noyau. Dans une espèce déterminée, on peut admettre un rapport constant entre la masse totale du protoplasme et celle de la chromatine.

L'individualité des chromosomes paraît actuelle-

ment prouvée par de nombreux faits ; le plus significatif, peut-être, est celui récemment apporté par le botaniste Rosenberg⁶, dans son étude des hybrides de *Drosera rotundifolia* et *D. longifolia* ; les gamètes de la première espèce renferment 10 chromosomes, ceux de la seconde 20 ; les chromosomes des cellules somatiques de l'hybride en ont 30. A la prophase de la première division de la cellule-mère du pollen, où, en vertu de la réduction à moitié du nombre des chromosomes (voir *infra*), il devrait en apparaître 15, on en trouve 20 et d'inégale grosseur : 10 sont volumineux et présentent un étrangement au milieu ; 10 autres sont de plus petite taille. Même observation pour la cellule-mère du sac embryonnaire. Il semble difficile d'interpréter ces faits autrement qu'en admettant que les gros chromosomes sont bivalents et formés par la soudure bout à bout d'un chromosome de l'espèce *rotundifolia* avec un de l'espèce *longifolia* ; les chromosomes simples, au contraire, seraient univalents et proviendraient de la dernière espèce. Les chromosomes, depuis la fécondation croisée précédente, auraient donc gardé leur individualité, et cette observation nous fait saisir de plus le lien qui existe entre la question de l'individualité des chromosomes et les phénomènes de l'hérédité croisée (lois de Mendel, etc.). Nous y insisterons plus loin.

Farmer et Moore, dans leur étude de cytologie comparée dont nous allons bientôt parler, ont apporté, en faveur de la même thèse, des arguments d'un autre ordre, fondés sur ce que, même avant le stade de peloton lâche, la chromatine montre des condensations en nombre égal à celui des chromosomes et en des points qui seront le milieu des chromosomes filamenteux individualisés.

Des faits assez nombreux viennent aussi à l'appui des idées de Boveri sur les différences qualitatives entre les chromosomes. Baumgartner⁷, étudiant la spermatogénèse des Acridiens, observe durant la prophase et la métaphase de la première division des spermatocytes des différences de forme entre les chromosomes. Sutton⁸ avait noté des différences de dimensions entre eux, se répétant les mêmes à travers les générations cellulaires successives chez une Sauterelle (*Brachystola magna*), et les chromosomes égaux s'y unissant par paires. Montgomery, antérieurement, avait observé une paille inégalité chez un Hémiptère (*Protenor*). Boveri en a noté depuis chez le *Strongylocentrotus lividus* et ne doute pas de la généralité du fait.

Rappelons encore les données relatives au *chromosome* accessoire dans la spermatogénèse d'Arthropodes divers (en particulier des Hémiptères

¹ *Ergebnisse über die Konstitution des chromot. Substanz des Zellkerns*. Jena, G. Fischer. 1904. 130 p.

² *Revue* de 1903, p. 613.

³ *Jen. Zeitsch. f. Naturw.*, t. XXXIX. 1905.

⁴ *Ibid.* de 1903, p. 614.

⁵ *Ibid.* de 1904, p. 596.

⁶ *Ber. d. deutschen bot. Ges.*, t. XXI. 1903, et t. XXII. 1904.

⁷ *Biolog. Bull.*, t. VIII. 1905.

⁸ *Biolog. Bull.*, t. IV. 1902.

et des Orthoptères). Il a été reconnu que, dans les divisions maturatives, cet élément chromatique, souvent volumineux, se divise en deux moitiés, qui vont dans deux des quatre spermatides provenant d'un spermatocyte.

À côté des Hémiptères possédant un chromosome accessoire (le nombre des chromosomes est, chez eux, impair dans le sexe mâle et inférieur d'une unité à celui des femelles), il y en a d'autres où les deux sexes en ont le même nombre pair; mais deux de ces chromosomes (*idiochromosomes*), chez le sexe mâle, se distinguent par divers caractères spéciaux: en particulier, ils sont inégaux entre eux¹. Comme pour le chromosome accessoire, on a pu établir l'individualité de ces deux éléments et leur répartition, après division unique de chacun d'eux, dans les quatre spermatides provenant d'un spermatocyte: deux d'entre elles renferment l'idiochromosome le plus grand, les deux autres le plus petit (microchromosome). Toutes ces particularités indiquent comme très plausible la détermination des sexes chez certains Insectes par la dualité de structure des spermatozoïdes. Mc Clung, il y a déjà plusieurs années, avait émis l'hypothèse que, chez les Orthoptères, les spermatozoïdes possédant le chromosome accessoire étaient seuls à produire des individus mâles; cette suggestion avait été appuyée depuis par l'observation de Sutton, d'après laquelle les cellules somatiques renferment ce chromosome chez les mâles seuls. Les toutes récentes recherches d'Ed. Wilson et de Miss Stevens sont favorables au même principe, mais avec des différences de fait. Chez les Hémiptères, l'analyse des noyaux somatiques amène, en effet, à conclure que ceux des spermatozoïdes possédant le chromosome accessoire doivent produire des femelles. Chez le *Tenebrio* et chez les Hémiptères présentant les idiochromosomes, la présence du petit dans les spermatozoïdes déterminerait le sexe mâle, celle du grand le sexe femelle. On pourrait considérer le cas où il y a un chromosome accessoire unique comme dérivant du précédent par disparition du microchromosome, que sa taille désigne déjà comme un élément réduit; le chromosome accessoire serait donc l'équivalent du grand idiochromosome, et déterminerait le sexe femelle.

§ 3. — Réduction chromatique.

Parmi les phénomènes qui accompagnent la maturation des éléments sexuels, un des plus importants, sinon le plus, est celui que l'on désigne sous le nom de *réduction chromatique*. On confond

souvent deux phases distinctes de ce processus. La première consiste en ce que, lorsque l'œuf se prépare à expulser son premier globule polaire, ou le spermatocyte phase de synapsis, Moore, 1895² à effectuer la première des divisions donnant les quatre spermatides, le réseau chromatique se décompose en un nombre n de chromosomes moitié de celui $2n$ des kinèses des cellules somatiques. La seconde phase est constituée par deux divisions consécutives sans phase de repos intermédiaire, si bien que les pronucléi finaux ne renferment que le quart de la chromatine de l'ovocyte ou du spermatocyte: c'est cette seconde phase qui est la vraie réduction, la première pouvant être appelée pseudo-réduction, comme le suggère Hæcker. Les chromosomes, au début de cette première phase, doivent être regardés comme doubles. Si, comme nous l'avons vu plus haut, les divers chromosomes ont une valeur qualitative distincte, comme les pronucléi n'en renferment que n , on doit se demander comment s'est répartie la chromatine au cours des deux divisions maturatives. On est encore très divisé à ce sujet. Il y a deux ans³, deux opinions principales prévalaient.

Pour les uns, il y avait deux divisions *longitudinales* des chromosomes, conduisant à un partage égal, en particulier *au point de vue qualitatif*, de la chromatine de la cellule-mère entre les quatre cellules-filles. Pour les autres, il y avait successivement une division longitudinale des chromosomes, puis une division dans le sens perpendiculaire, cette dernière amenant une répartition chromatique inégale, au point de vue qualitatif, dans les éléments génitaux mûrs. Weismann avait, depuis longtemps, montré la nécessité d'une pareille répartition; sans quoi, — en admettant que la chromatine est le support des propriétés héréditaires, — chaque élément sexuel renfermerait une proportion infinitésimale de chacun des caractères de son infinité d'ascendants. La plupart des auteurs partisans de la seconde manière de voir (en particulier Hæcker) pensaient que c'était à la deuxième division maturative que se faisait cette réduction qualitative prévue par Weismann. Korschelt, à peu près seul, en 1897, dans son travail sur une Annélide, l'*Ophryotrocha puerilis* (*Paractius mutabilis* ad de Saint-Joseph), avait conclu que la division transversale se produisait d'abord.

Or, la plupart des travaux récents — basés surtout sur une étude particulièrement précise de la phase de synapsis — sont nettement en faveur de cette manière de voir. Nous citerons d'abord et surtout le travail de Farmer et Moore⁴, qui a l'avant-

¹ Ed. Wilson: *Science*, t. XXII, 20 octobre 1905. Ce cas est réalisé aussi chez un *Tenebrio* (Coléoptère) d'après les observations de Miss STEVENS. Cf. égal. WILSON: *Journ. of exper. Zool.*, t. II, 1905.

² Voir par ex.: la 2^e édition (1900) du livre de E. Wilson: *The Cell*, etc.

³ *Quarterly Journ. of mier. Sc.*, t. XLVIII, 1905.

tage de porter sur plusieurs types animaux (*Periplaneta*, Elasmobranches et végétaux, et qui a été en outre, pour les auteurs, le point de départ de constatations des plus intéressantes sur la genèse des tumeurs malignes.

Farmer et Moore, qui préalablement penchaient à admettre une double division longitudinale, se sont rendu compte que la scission longitudinale des chromosomes doubles, qui apparaît bien dans les phases préparatoires de la première division de maturation (les auteurs disent phase *maiotique*, de *μαίωσις*, réduction, n'est que transitoire et que, plus tard, chaque chromosome bivalent, qui a généralement une forme d'U ou de boucle, se brise par son milieu, de sorte qu'à un moment donné de la prophase de la première division, on a le nombre non réduit $2n$ de chromosomes. C'est la division hétérotypique de Flemming. Au stade de plaque équatoriale, on voit chacun de ces $2n$ chromosomes se rendre à un des pôles. La seconde division de maturation (d. homotypique) est tout à fait normale : il y a une division longitudinale des chromosomes.

L'interprétation des auteurs, exprimée brièvement par eux il y a déjà deux ans, a été confirmée dès l'an dernier par Strasburger¹, qui, lui aussi, à travers quelques variations, s'était généralement montré partisan d'une double division longitudinale, sans réduction qualitative. Les mêmes faits ont été constatés par A. et K. E. Schreiner² dans la spermatogénèse de *Myxine glutinosa* et *Spinax niger*. Montgomery, pour les Amphibiens³, divers botanistes (en particulier Rosenberg, dans son travail sur les hybrides de *Drosera*, voir *ante*) sont arrivés aux mêmes conclusions. Et l'on peut penser, avec les Schreiner, Farmer et Moore, que le mode de réduction décrit par eux est général chez les animaux et les plantes. Les Schreiner font observer, en particulier, que les figures données pour les Mollusques (*unet. varii*) et pour les Orthoptères de Sincly peuvent facilement être interprétées dans le sens voulu. A ce propos, il convient de faire remarquer que la division de réduction n'est pas nécessairement transversale : son plan est simplement perpendiculaire à celui de la division normale suivante.

Nous ne pouvons quitter cette question sans citer le travail de Prandtl⁴, qui vient de mettre en évidence une réduction numérique chez le micronucléus d'un Infusoire, le *Dolinenia nasutum*, dans les divisions préalables à la constitution des pronucléi. Ici, la réduction, tant numérique que qualitative, se présenterait à la deuxième division de matura-

tion : on voit apparaître, au stade de plaque équatoriale, les seize chromosomes de la division précédente; huit vont à un pôle, huit à l'autre. Le résultat est intéressant surtout en ce que — après les recherches de Schaudinn et Prowazek chez les Trypanosomes et les *Herpetomonas* — il constitue le premier exemple d'une réduction typique chez les Protozoaires. Il ne paraît pas rentrer dans le schéma de Farmer et Moore; mais il ne faut pas oublier que la division de réduction est encore suivie d'une autre, et il est possible que l'interprétation de Prandtl soit susceptible d'une légère revision. Notons pourtant qu'elle est d'accord avec celle que R. Goldschmidt a déduite de ses recherches récentes¹ sur la maturation des éléments génitaux du Distome *Zoogonus mirus* (du tube digestif du *Labrus merula*) : il n'y a pas de pseudo-réduction; à la première division de maturation, on a le nombre somatique $2n$ de chromosomes; à la seconde, il y a séparation de chromosomes entiers.

§ 4. — Cytologie et loi de Mendel.

Les divers faits que nous venons d'exposer, soit relativement à l'individualité des chromosomes, soit à la réduction qualitative, fournissent une base cytologique très sérieuse à la loi de Mendel (disjonction des caractères paternels et maternels dans les gamètes. Boveri, Farmer et Moore, Ed. Wilson, Lotsy², etc.... s'accordent à le reconnaître³).

Hæcker⁴ avait déjà soutenu qu'à travers toute l'évolution individuelle, les chromatines paternelle et maternelle restent distinctes, et Sutton que, dans les associations de chromosomes égaux par paires, chez la *Brachystola*, il y a toujours un chromosome paternel et un maternel. La soudure des deux chromatines, ou tout au moins leur juxtaposition, aurait lieu immédiatement avant les divisions maturationnelles, à la synapsis, quand se constituent les chromosomes doubles (Hæcker). Ceux-ci seraient formés d'un chromosome paternel et d'un maternel bout à bout ou côte à côte. Normalement, la fusion des deux chromatines serait intime; mais, dans le cas d'individus issus d'un croisement, les chromatines des deux parents étant plus ou moins dissemblables, cette fusion ne s'accomplirait que moins bien ou pas du tout (Hæcker). De là, la disjonction des caractères paternels et maternels, dans ces cas qui sont précisément ceux où s'applique la loi de Mendel. Les hybrides de *Drosera* étudiés par Rosenberg (voyez *supra*) nous fourniraient

¹ Sitzungsber. k. pr. Akad. d. Wiss., 23 mars 1904.

² Anat. Anz., t. XIV, 1903.

³ Biolog. Bull., t. IV, 1903.

⁴ Biolog. Centralbl., t. XXV, 1^{er} mars 1905.

¹ Zool. Jahrb., Abth. f. Anat., t. XXI, 1905, p. 607.

² Biolog. Centralbl., t. XXV, 1905.

³ Cf. également Rev., 1903, p. 611 Beard, Castle, et 1904, p. 594, note 3.

⁴ Cf. Rev., 1903, p. 611.

une vérification tangible de ce fait. A la première division de maturation (en se reportant à ce qui précède sur la réduction), les chromosomes paternels se rendraient par exemple à un pôle, les maternels à l'autre; on aurait ainsi moitié de spermatozoïdes à caractères paternels et moitié à caractères maternels. Dans la seconde génération, ce seraient donc les chromosomes des grands-parents qui se rencontreraient. Les ancêtres s'uniraient dans leurs petits-enfants. Si, au lieu de supposer un tri aussi complet des deux chromatines, on admet qu'elles se répartissent inégalement entre les cellules sexuelles issues des divisions maturatives, on peut s'expliquer les cas où la loi de Mendel est trop simple pour rendre compte des faits.

Il ne faut pas se dissimuler qu'il y a dans tout cela encore une grande part d'hypothèse; les auteurs, tels que Schreiner et Sutton, qui ont apporté les observations les plus précises hésitent à admettre comme un fait général une disjonction des chromosomes paternels et maternels au moment de la première division maturative¹, mais on ne peut manquer d'être frappé de l'accord entre les résultats synthétisés par les lois de Mendel et les faits microscopiques fournis par la Cytologie.

§ 5. — Divisions maturatives et tumeurs malignes.

La phase maturatrice ou maïotique, réduite chez les animaux à deux générations cellulaires seulement, est plus développée chez les plantes, et d'autant plus que la plante est moins élevée en organisation. On a ainsi alternance entre une génération à $2n$ chromosomes et une à n chromosomes. Réduite au sac embryonnaire (par exemple) chez les Angiospermes, à l'endosperme chez les Gymnospermes, la génération n constitue tout le prothalle des Cryptogames vasculaires (elle va de la spore aux gamètes); elle devient enfin dominante chez les Muscinées et les Thallophytes. Lotsy² examine en détail les rapports de ces générations et, par une analyse ingénieuse, arrive à accorder une valeur phylogénique prépondérante à la génération n sur la génération $2n$.

L'étude de croissances anormales de Fougères, où les chromosomes étaient en nombre réduit, a amené Farmer, Moore et Walker³ à rechercher si le développement des cancers n'est pas précédé ou accompagné de quelques variations nucléaires analogues à celles, si caractéristiques, de la phase maïotique du développement des êtres vivants, et de la phase de synapsis qui en est le début. En fait, ils ont

reconnu, dans des tumeurs malignes à croissance rapide, appartenant aux types les plus divers (épithélioma malpighien, carcinome, sarcome, au voisinage de la région proliférante, de gros éléments ayant tous les caractères des cellules du début de la phase maïotique; d'autres ont le type somatique, mais avec le nombre réduit de chromosomes. Dans des tumeurs, encore du type malin, mais à marche lente, il est plus difficile de trouver des cellules du type réduit. Enfin, dans les tumeurs bénignes, les mêmes auteurs n'ont décelé aucune cellule de type gamétoïde. Ils regardent cette transformation des cellules somatiques en cellules maïotiques comme la cause immédiate du développement de la tumeur maligne, la cause première, microbienne ou non, restant naturellement à rechercher.

Ces faits ont été immédiatement vérifiés par deux autres savants anglais, Bashford et Murray⁴, qui les ont étendus aux tumeurs les plus variées, appartenant aux groupes extrêmes de l'embranchement des Vertébrés, et ont fait des comparaisons cytologiques soignées entre l'évolution d'un cancer et la spermatogénèse chez la même espèce animale. Bashford et Murray auraient même observé de véritables conjugaisons de cellules du type réduit; il y aurait une coïncidence entre l'existence de ces conjugaisons dans une tumeur et son degré d'inoculabilité, ce qui revient à dire sa faculté de croissance.

Un autre point commun entre les cellules des tumeurs malignes et le tissu génital à la phase maïotique est celui qui a été mis en évidence, il y a cinq ans, par Borrel: certaines inclusions du cytoplasme des cellules cancéreuses, — regardées à tort comme des Protozoaires parasites, — sont, comme il l'a montré, un développement anormal, avec processus de vacuolisation, de l'appareil archoplasmique de la cellule; ces formations ont leur homologue dans ce que Meves a appelé l'idiosome des spermatocytes évoluant en spermatozoïdes et qu'il a si bien étudié chez le cobaye. Farmer et Moore⁵ reprennent cette année cette interprétation, corroborant celle qui est basée sur les caractères nucléaires des cellules cancéreuses.

La comparaison des cellules cancéreuses avec la génération à n chromosomes se poursuit donc dans les détails. Farmer et Moore font remarquer que les deux catégories de cellules (génitales et cancéreuses) ont encore ceci de commun, qu'elles sont autonomes à un très haut degré et qu'elles possèdent la faculté de multiplication, continue ou intermittente, indépendante de celle des autres tissus de l'organisme.

¹ Ils pensent que le hasard joue un rôle important lors des divisions maturatives, dans la répartition des deux catégories de chromosomes, ce qui serait beaucoup plus favorable à l'amp'limixis.

² *Loc. cit.*

³ *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXII, 1903.

⁴ *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXIII.

⁵ *Proc. Roy. Soc., Biol. Sc.*, t. LXXVI, 1905.

§ 6. — Parthénogénèse expérimentale, etc.

Depuis que les mémorables travaux de Loeb ont permis d'aborder méthodiquement la question de la parthénogénèse expérimentale, chaque année nous apporte des faits nouveaux. Nous énumérons, dans notre Revue de 1903 (p. 614), les divers agents susceptibles de produire le développement parthénogénétique de l'œuf, et nous indiquons que diverses substances (CO_2 pour les œufs d'Astérie, ions K et Ca pour les œufs de deux Annélides), ont une action spécifique indépendante d'une élévation du pouvoir osmotique. Delage¹ revient sur cette question et déclare avoir obtenu le développement parthénogénétique des œufs d'*Asterias*, en employant une solution de chlorure de manganèse dans l'eau distillée, à une concentration égale à celle de l'eau de mer; des recherches comparatives lui ont montré l'action spécifique de l'ion Mn. Avec l'eau de mer, chargée de bicarbonate de Ca, on a des larves géantes formées par l'union de plusieurs blastules.

D'après Driesch², l'argent, à très faible dose, a aussi une action spécifique.

Tous ces procédés de parthénogénèse expérimentale, à l'unique exception de CO_2 appliqué aux seuls œufs d'Astéries, donnent des résultats qui sont loin d'égaliser ceux de la fécondation normale (lenteur du développement, larves ne nageant pas à la surface, faible pourcentage de succès). Loeb³ a remarqué que les phénomènes qui sont au point de départ surtout sont différents. Par exemple, si l'on prend des œufs d'Oursin traités par la méthode osmotique (eau de mer dont la concentration a été augmentée d'une certaine quantité par l'addition de NaCl, on constate l'absence de formation de la membrane de fécondation si caractéristique; Loeb a pensé que le spermatozoïde pouvait introduire plusieurs « substances ou conditions ». Il a donc cherché à combiner deux méthodes de parthénogénèse artificielle et il est arrivé au résultat souhaité, en faisant agir successivement de l'eau de mer rendue hypertonique par addition d'une solution de NaCl, puis, après lavage, de l'eau de mer additionnée d'acide acétique (ou d'un autre acide organique monobasique). Cette dernière solution a pour effet d'amener la formation d'une membrane⁴.

Les œufs, replacés dans l'eau de mer pure, donnent des développements ne différant en rien de ceux qui suivent la fécondation, et conduisant, de la même façon, à des larves *Pluteus* typiques.

Le plus commode est d'employer les deux agents dans l'ordre que nous venons d'indiquer; mais on peut aussi faire agir d'abord l'acide, et ainsi on imite encore plus complètement le mode d'action du spermatozoïde qui, dès son entrée dans l'œuf, y détermine la formation de la membrane.

Dans de nouvelles recherches⁵, Loeb⁶ a analysé de plus près les conditions de l'hybridation entre espèces très éloignées (exemple : œufs d'Oursin et sperme d'Astérie ou d'Épiphore). Il a reconnu qu'on pouvait se servir d'eau de mer alcalinisée par NaOH ou Na_2CO_3 , mais qu'un autre sel était sans action; les ions hydroxydes jouent donc un rôle essentiel. L'œuf est passif dans le phénomène; ce sont les spermatozoïdes qui sont impressionnés. Traités seuls par la solution convenable, ils acquiescent, au bout de dix minutes, la propriété de féconder les œufs d'Oursin; un contact plus prolongé leur fait perdre tout pouvoir fécondant : d'ailleurs, on les voit bientôt s'agglutiner, puis devenir immobiles. L'eau alcaline agit aussi, mais en sens inverse, sur les spermatozoïdes d'Oursin et les rend incapables de féconder les œufs de leur propre espèce.

Les hybrides d'Oursin ♀ et Étoile de mer ♂⁷ montrent, entre le deuxième et le troisième jour, une mortalité considérable, qui laisse l'impression d'une intoxication, probablement due à l'introduction du sperme étranger. On obtient finalement quelques *Pluteus*.

Si les travaux relatifs à tous ces développements artificiels (mérogonie, parthénogénèse expérimentale) sont nombreux, rares encore sont ceux où le matériel d'expérience a été soumis à une analyse cytologique précise. Le fait le plus saillant qui en est résulté est celui qu'ont établi Morgan et E. Wilson⁸ et qui consiste dans la formation de *novo* de centrastères et de centrosomes dans les œufs expérimentalement parthénogénétiques. La permanence des centrosomes (ou plus exactement des centrioles) et leur filiation de cellule à cellule est encore généralement admise comme un des points les mieux établis de la Cytologie. Aussi les faits annoncés par Wilson n'ont pas manqué de provoquer de vives contradictions, malgré l'autorité de l'auteur. Wilson⁹ maintient ses observations faites sur un Oursin *Toxopneustes*¹⁰, en discutant les

¹ Arch. Zool. exper., 3, t. II, N. et R., p. 161.

² Myth. Zool. Stat. zu Neapel, t. XVI, 1904.

³ Univ. of California publ., Physiol., t. II, 1905, n° 9, II et 15.

⁴ Parmi les autres substances agissant de la même façon. Loeb cite les hydrocarbures et certains produits de substitution; ils ne sont pas susceptibles d'application, à cause de leur action cytolytique. DRIESCH, l. c., a vu que les sels d'Ag, le chloroforme, le xylène agissent de la même façon. G. LEPEVRE (Science, t. XXI, 1905) a obtenu des membranes de fécondation sur l'œuf de *Thalassema mellita* en faisant

agir des solutions faibles de divers acides minéraux et organiques; l'œuf est devenu ainsi capable de mûrir normalement et de donner des Trochophores normales en apparence.

⁵ V. Revue de 1904, p. 599.

⁶ Univ. of California publ., Physiol., t. II, p. 5.

⁷ V. Revue de 1903, p. 613.

⁸ Zool. Anz., t. XXVIII, 1904.

objections qui lui ont été opposées (notamment par Petrunkevitch¹, qui avait repris la question sur la même espèce). Un de ses élèves, Yatsu², arrive, par des recherches très soignées, au même résultat en expérimentant sur un Némertien (*Cerebratulus lacteus*) et un Oursin (*Echinarachnius*). Un fragment non nucléé, obtenu en coupant directement l'œuf au scalpel, lors de la métaphase de la première cinèse de maturation, donne, après traitement par CaCl_2 , de vrais asters avec corpuscules centraux. La moitié nucléée du même œuf, fixée après ablation du fragment précédent et colorée, montre le fuseau de maturation typique. Il ne peut donc être question ici de voir, dans ces corpuscules centraux, des produits de division du centrosome de l'ovocyte. Il faut ajouter que l'on n'obtient pas ces asters dans le fragment non nucléé, si on l'a isolé avant la disparition de la vésicule germinative de l'ovule. On a là une nouvelle manifestation de l'importance et de la complexité des remaniements physico-chimiques qui s'opèrent lors de la maturation, sous l'influence des substances nucléaires et extranucléaires.

Une note tout à fait différente se dégage du minutieux travail de Kostanecki³ sur la parthénogénèse expérimentale des œufs du Mollusque *Mastra*, obtenue en élevant la pression osmotique de l'eau de mer, par addition de solutions de KCl , NaCl , CaCl_2 , ou encore d'eau de mer concentrée par le chauffage. Il a vu, en faisant agir les solutions un temps convenable, les globules polaires se former normalement et, à la fin, le noyau de l'ovule revenir à l'état de repos, puis se diviser. Dans ce cas, il n'y a jamais de centrioles *de novo*. Jamais, même aux stades de maturation, Kostanecki n'a vu d'asters ou de centrioles se former au sein du cytoplasme. La division du noyau se fait karyokinétiquement, mais sans disparition de la membrane nucléaire, sans radiations polaires ni granules centraux : cela rappelle beaucoup les fuseaux de division des micronucléi d'Infusoires ; il y a, aux divisions ultérieures, des fuseaux normaux sans les rayons supplémentaires des asters et sans les centrioles.

Quand on fait agir KCl un peu trop longtemps, le deuxième globule polaire n'est pas expulsé, et lorsqu'on remet les œufs dans l'eau de mer pure, par une sorte de régulation, l'évolution continue ; cette fois on a, aux pôles du premier fuseau de

division et des stades ultérieurs, des centrosomes nets.

En somme, ce travail est une confirmation complète des idées primordiales de Boveri sur la disparition du centrosome de l'œuf, après l'émission du deuxième globule polaire. Nous mettons ces résultats en regard de ceux de Wilson et Yatsu, non pour chercher à les mettre en doute, mais pour montrer que l'accord est encore loin d'être fait, même entre les cytologistes les plus compétents.

Nous relèverons seulement dans le travail soigné de M^{me} Krahelska⁴, sur le développement mérogonique des œufs d'*Echinus microtuberculatus*, le fait, en accord avec les vues de Boveri et Wilson², qu'il n'y a pas autorégulation du nombre somatique de chromosomes, chez les fragments anucléés fécondés par un spermatozoïde. Petrunkevitch³ est arrivé à la même conclusion.

Sommes-nous en état, à l'heure actuelle, de donner une théorie générale, englobant tous les cas où, à partir d'une cellule, se constitue un nouvel individu ? M. Fischer et Wolfgang Ostwald¹ l'ont pensé et ils nous offrent une théorie physico-chimique basée sur l'assimilation de l'œuf qui va se développer à une solution colloïdale : mélange de divers hydrosols, tenant des sels en dissolution qui se gélifie. Ils montrent que tous les agents physiques ou chimiques qui produisent une telle gélification sont les mêmes que ceux susceptibles d'amener le développement parthénogénétique des ovules. Ils insistent, à juste titre, nous semble-t-il, sur ce que le phénomène morphologique le plus constant dans tous ces développements est la formation d'astrosphères⁵, et ils notent encore qu'il y a identité avec ce qui se passerait dans une gélification orientée et localisée.

Dans une seconde partie, nous examinerons les travaux de Morphogénie générale et de Zoologie spéciale.

M. Caullery,

et

F. Mesnil,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur.

¹ Zool. Jahrb., Suppl. VII, 1904.

² Journ. exper. Zool., t. II, 1905.

³ Bull. Acad. Sc. Cracovie, 1904 et Arch. f. mikr. Anat., t. LXIV, 1904.

⁴ Bull. Acad. Sc. Cracovie, 1905.

⁵ Revue de 1903, p. 614.

⁶ Loc. cit.

⁷ Pflüger's Archiv, t. CVI, 1905, p. 229.

⁸ Notons à ce propos que Prandtl, l. c., a vu les pronucléi mâle et femelle de ses Infusoires, au moment de la conjugaison, entourés d'asters bien développés.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Wickersheimer E., *Ingenieur en chef des Mines.* — *Les Principes de la Mécanique.* — 1 vol. in-8° de 130 pages. Prix : 4 fr. Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

M. Wickersheimer s'est proposé de vulgariser à sa manière quelques-unes des idées émises par M. H. Poincaré au Congrès des Sciences philosophiques de 1900. Son étude tout à fait familière, destinée aux ingénieurs, sur les principes de la Mécanique, est divisée en sept chapitres dont les titres marquent la nature des concepts examinés : le temps, les vitesses, la force, la masse, le mouvement relatif, le travail des forces, la rotation de la Terre.

L'auteur n'apporte pas, dans sa brochure, un enseignement didactique condensé ; il discute surtout, par appel au sens commun, sans prétention à une philosophie intrinsèque ni à une érudition profonde, la validité de modes d'exposition qui ont eu, à une époque de critique peu sévère, de nombreux adeptes, mais qui sont reconnus aujourd'hui comme inadmissibles : le regrette Sarrau, pris un peu vivement à partie par M. Wickersheimer, admettait volontiers, à la fin de sa carrière, le bien fondé des objections ici présentées.

L'enseignement de l'École Polytechnique s'est d'ailleurs modifié depuis quelque temps. Tandis que M. Lecornu, estimant, avec Pascal, que « les choses valent toujours mieux dans leur source », commente simplement l'exposé donné par Newton dans ses « Principes de Philosophie naturelle », M. Painlevé vient, sous le couvert d'idées traditionnelles, présenter les principes de la Mécanique d'une manière très personnelle, rigoureuse de logique, et qui restera classique à mon avis, tant que les progrès de la Science n'obligeront pas à généraliser le concept de masse. Les idées de M. Painlevé en cette matière ne datent pas d'hier : telles il les donnait dans son cours à Lille, de 1888 à 1893, telles il les introduisit il y a quelques années dans l'enseignement de la Sorbonne, telles il les soumettait l'an dernier à la discussion de la Société française de Philosophie. Il est regrettable que l'éminent géomètre n'ait pas encore mis, sous une forme aisée, son mode d'exposition à la portée du grand public instruit : M. Wickersheimer y trouverait satisfaction.

Quoi qu'il en soit, la brochure de M. Wickersheimer, d'une lecture facile, d'un style entraînant, bien qu'un peu sonore, sera lue avec plaisir et profit par nombre d'ingénieurs : ils y trouveront l'affirmation des doutes qu'ils ont sûrement assaillis quand ils étaient encore sur les bancs de l'école, et ils seront heureux de constater qu'on a maintenant souci d'éclaircir les questions de principes.

A. BOULANGER,

Ancien élève de l'École Polytechnique.

Koenigsberger Leo, *Professeur à l'Université d'Heidelberg.* — *Carl Gustav Jacob Jacobi.* — 1 vol. in-8° de 351 pages avec un portrait et un fac-similé. Prix : cart. 15 fr. B.G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1905.

Jacobi, né à Potsdam le 10 décembre 1804, mort à Berlin le 18 février 1851, fut l'un des plus puissants mathématiciens allemands de la première moitié du XIX^e siècle et l'un des géomètres qui ont exercé l'influence la plus considérable sur la direction du mouvement scientifique. Son nom, dans l'histoire des fonctions elliptiques, est méprisable de celui d'Abel, qui faisait à la même époque des découvertes similaires,

mais qui mourut avant d'avoir pu donner, comme lui, toute sa mesure.

À l'occasion du centième anniversaire de la naissance de Jacobi, M. Leo Koenigsberger a eu la pensée de retracer la vie et l'œuvre du Maître ; ayant pu consulter les archives du Ministère prussien de l'Instruction publique et celles de l'Académie des Sciences de Berlin, il y a trouvé des documents nouveaux qui éclairent l'enchaînement des découvertes de Jacobi et qui font de la biographie qu'il nous présente un monument précieux de l'histoire des Mathématiques.

2° Sciences physiques

Baly E. C. C., F. J. G. — *Spectroscopy.* — 1 vol. in-8° couronné de 350 pages, avec 163 illustrations. Prix : 10 sh. 6 d.) Longmans Green and Co., éditeurs. London, 1905.

Ce volume concerne presque exclusivement les physiciens et les constructeurs. Après avoir décrit la construction et l'usage des spectroscopes à prismes, les méthodes de mesure, et donné des formules d'interpolation, l'auteur consacre la plus grande partie de l'ouvrage aux réseaux et à leur installation, à la spectroscopie interférentielle, au phénomène de Zeemann, et à un exposé très clair et très complet de la question des séries de raies. On y trouvera beaucoup de détails sur le montage et l'installation des appareils d'optique les plus précis et les plus délicats, et sur la grande machine de Rowland à tracer les réseaux. Mais il ne faudrait y chercher ni tables de longueurs d'onde, ni renseignements récents sur l'analyse spectrale appliquée aux recherches chimiques ou astronomiques.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Marchis (L.), *Professeur-adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — *Leçons sur le Froid industriel.* — 1 vol. in-4° autographique de 129-xiii pages avec 128 figures. Prix : 46 fr. Veuve Ch. Dunod, éditeur. Paris, 1905.

Ce livre est la reproduction des leçons sur le froid industriel professées en 1904-1905 par l'auteur à l'Université de Bordeaux, devant un public d'ingénieurs et d'industriels. C'est dans le but de faire connaître les avantages du froid comme agent de conservation que M. Marchis a traité ce sujet plein d'actualité.

Dans une substantielle introduction, il montre l'importance de l'industrie frigorifique à l'étranger et les multiples applications dont elle est susceptible ; il fait surtout ressortir combien notre pays, qui, par Ch. Tellier, a été le promoteur de ce mouvement industriel, est resté en retard sur les autres nations et combien notre prévention injustifiée contre l'emploi du froid peut avoir une fâcheuse répercussion sur notre commerce.

Les gaz liquéfiés étant les agents producteurs du froid dans les machines frigorifiques les plus répandues, l'auteur insiste plus particulièrement sur la construction de ces machines, sur les qualités qu'elles doivent présenter pour répondre aux desiderata des diverses branches de l'industrie utilisant le froid. Cette première étude ne comprend pas moins de quatre chapitres ; dans le premier, M. Marchis, après avoir rappelé les principes fondamentaux de la Thermodynamique et quelques propriétés des vapeurs saturées, fait la théorie des machines frigorifiques à gaz liquéfiable dont le compresseur fonctionne, soit en régime humide, soit en régime sec. Le chapitre II est consacré à l'étude des

compresseurs et de leurs accessoires : presse-étoupes, séparateurs d'huile, robinet détenteur.

Le chapitre III traite du calcul et de l'installation des condenseurs à immersion et à ruissellement et des appareils identiques fonctionnant, au contraire, comme réfrigérants ou évaporateurs.

Le refroidissement des liquides, considéré dans le cas particulier de la laiterie et de la brasserie, fait l'objet du chapitre IV.

L'auteur est alors amené à s'occuper des conditions d'établissement d'une installation frigorifique et, par suite, du mode de construction des locaux à refroidir. Il insiste plus particulièrement sur une question capitale : celle de l'isolement des locaux. Un entrepôt frigorifique bien isolé nécessite pour son fonctionnement des machines frigorifiques moins puissantes et permet de maintenir à l'intérieur des chambres froides une température constante par une marche plus intermittente de la machine, c'est-à-dire avec une dépense moins grande de combustible. M. Marchis étudie ensuite les divers modes de réfrigération des chambres frigorifiques d'un entrepôt. L'étude de l'entrepôt frigorifique constitue un énorme chapitre de près de 80 pages, dont la lecture est pleine d'intérêt.

Le chapitre VI, beaucoup plus court, est consacré aux transports frigorifiques se faisant, soit par wagons, soit par navires frigorifiques.

La fabrication de la glace est l'objet du chapitre suivant ; on y trouvera beaucoup de renseignements pratiques du plus haut intérêt, empruntés aux sources les plus sûres.

La conservation par le froid des différents comestibles n'occupe pas moins de quatre chapitres, remplis de détails pratiques. Pour chacune des applications, l'auteur indique les températures les plus convenables qu'il faut employer, ainsi que quelques-unes des manipulations que la pratique indique comme indispensables pour parvenir au succès. Cette dernière partie est forcément incomplète, les praticiens à qui sont dues les règles en question n'indiquant pas généralement les procédés qui leur ont permis de réussir. Un chapitre est consacré à la conservation de la viande et du poisson ; un autre à celle des fruits et des légumes ; un troisième à celle du lait, du beurre et du fromage. Le dernier est consacré à la conservation des œufs par le froid et n'occupe pas moins de 18 pages ; c'est dire que nous sommes en pleine pratique, sensation que donne à un haut degré la lecture du livre de M. Marchis. Le nombre des renseignements précis qui y sont contenus est véritablement prodigieux. Avec beaucoup de loyauté, l'auteur indique les sources où il a puisé pour la rédaction de chacun des chapitres de cette longue étude, sources parmi lesquelles se trouvent beaucoup de publications allemandes.

On ne peut que remercier M. Marchis du travail énorme qu'il a dû dépenser pour obtenir une mise au point aussi exacte et aussi minutieuse d'une industrie peu développée en France, malgré les nombreux auteurs français qui l'ont décrite. Il est étrange de constater qu'il y a un contraste violent entre les idées que nos ingénieurs ont sur cette question et ce fait que l'opinion publique, mal informée, est restée jusqu'ici réfractaire au développement d'une industrie, née en France comme tant d'autres et dont l'avenir est plein de promesses. Il faut donc faire de l'agitation autour de cette question d'un intérêt capital et entreprendre à ce point de vue particulier l'éducation de nos concitoyens ; je fais des vœux pour que M. Marchis y réussisse.

E. MATHIAS,

Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Barral (E.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon. — Précis d'Analyse chimique quantitative. — 1 vol. in-18 de 864 pages et 310 figures. (Prix : 42 fr.) Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1905.

Cet ouvrage ne s'adresse pas aux spécialistes de l'Analyse chimique appliquée : on n'y trouvera donc

aucun détail relatif à l'analyse agricole ou industrielle, à l'urologie, à la toxicologie ou à la recherche des falsifications. Il ne s'adresse pas davantage aux spécialistes de l'Analyse chimique théorique, qui se forment à eux-mêmes leurs méthodes de travail. Il rendra, par contre, d'excellents services à tous les chimistes de laboratoire et aux étudiants sérieux des Facultés et Ecoles.

Il est divisé en quatre parties : les opérations, les réactifs, les méthodes générales font l'objet des trois premières et servent, en quelque sorte, de préliminaires à la quatrième, « consacrée aux dosages et séparations des éléments et de leurs dérivés ».

Le plan de l'ouvrage est net et le rend facile à consulter ; le soin apporté aux détails secondaires d'impression et de typographie en fait la lecture agréable ; enfin, l'exactitude des renseignements et le choix des méthodes donnent toute sécurité pour la mise en œuvre des indications qu'on peut y puiser.

La compétence de l'auteur se manifeste dans l'exposé des premières parties et son érudition dans la quatrième. On y trouve, en effet, à côté des méthodes qu'une longue pratique a consacrées, celles qu'on voit récemment proposées les spécialistes les plus autorisés et qui reçoivent de cette origine un brevet d'émancipation. Quelques méthodes ont certainement été signalées à titre de curiosité : par exemple, le mode de dosage volumétrique des sels de sodium par le bihydroxytartrate de potassium de Horstmann-Fenton exige l'emploi d'un réactif qu'il faut préparer soi-même. Quelques procédés intéressants ont été également omis, peut-être à dessein : la méthode de dosage du cobalt au moyen du nitroso-β-naphtol par exemple. L'artifice qui permet d'éviter une pesée d'iode pur et sec et qui consiste à employer un mélange d'iode et d'iodate de potassium, qu'on acidule ensuite, est de ceux qui peuvent être mentionnés en iodométrie.

Si l'on voulait adresser quelques légères critiques à cet utile ouvrage, elles porteraient plutôt sur des détails de terminologie, de symbolisme ou de doctrine.

Le symbole du fluor adopté aujourd'hui est plutôt F que Fl. On écrit plus volontiers SiF_4 , SiF_6 , PCl_5 que SiF_2HF , SiF_2KF , PCl_2KCl ; cette notation traduit l'idée que ce sont là des sels d'acides complexes plutôt que des sels doubles. De même, l'azotate double de cobalt et de potassium est plutôt considéré et symbolisé comme un cobaltinitrite de potassium. Les indications relatives aux précipités colloïdaux et à la façon dont ils se comportent au lavage, l'interprétation du rôle des indicateurs colorés en acidimétrie et alcalimétrie gagneraient peut-être en clarté à être encadrées par quelques idées générales. Enfin, à propos du choix des poids atomiques utilisés et des formules employées dans le calcul des dosages, on aurait peut-être pu fixer la limite habituelle des dosages pondéraux ou volumétriques au delà de laquelle il serait illusoire de s'aventurer. Pour un ouvrage destiné, comme celui-ci, à rendre de nombreux services aux étudiants, il n'est peut-être pas inutile d'accorder une certaine importance à des questions de symbolisme ou d'interprétation. Tel qu'il est, cet ouvrage sera consulté avec fruit, et il serait certainement de ceux dont on devrait conseiller la lecture si le nom et les titres scientifiques de son savant auteur ne rendaient superflue une telle recommandation.

L.-J. SIMON,

Sous-directeur du Laboratoire des Hautes-Etudes de l'Ecole Normale Supérieure.

La Revue ne peut être que très flattée des nombreux emprunts que M. Barral lui a faits, bien qu'il ait — évidemment par mégarde — omis de citer la source où il a abondamment puisé. Nous réparons son oubli en indiquant qu'il a trouvé dans un article de notre collaborateur M. HOLLARD, sur les Principes de l'Analyse électrolytique n° du 30 janvier 1901, des renseignements tellement précieux qu'il n'a pas hésité à les reproduire à peu près sous la même forme.

LOUIS OLIVIER.

3° Sciences naturelles

Mosso A., *Directeur du Laboratoire de Physiologie du Mont-Rose, Professeur à l'Université de Turin, Membre de l'Académie royale des Lincei. — Traux du Laboratoire scientifique international du Mont-Rose.* — 1 vol. in-8° de 295 pages. Lwscher, éditeur. Turin, 1903.

M. Mosso a, depuis quelques années, consacré de nombreux travaux à l'étude des conditions de la vie aux grandes altitudes. Le volume qu'il vient de faire paraître contient une partie des recherches faites à la Capanna Regina Margherita, sur le sommet du Mont-Rose, 4.560 mètres, dans deux expéditions. Une dirigée par lui-même, l'autre par M. Zuntz. C'est une série de 21 Mémoires qui traitent du mécanisme du mal des montagnes, de l'influence exercée par la raréfaction de l'air sur la composition du sang, sur les échanges respiratoires, les centres nerveux. On sait que, pour M. Mosso, la cause principale des troubles qu'entraîne la diminution de la pression barométrique, ce n'est pas l'anoxémie, mais bien la diminution de CO_2 du sang, l'acapnie (voir *Rev. gén. des Sc.*, 1899, t. X, p. 178). La plupart des travaux publiés dans ce nouveau recueil sont inspirés par cette idée directrice, et il serait facile d'en dégager un ensemble de faits qui viennent confirmer la théorie de M. Mosso. Mais il nous a paru que l'analyse serait plus fidèle, si elle laissait à ces études le caractère fragmentaire sous lequel elles sont présentées.

MM. Mosso et Marro avaient émis l'opinion que la diminution de CO_2 du sang dans l'air raréfié devait tenir à une modification chimique de ce liquide. M. Galeotti a constaté, en effet, sur le sommet du Mont-Rose, une diminution de l'alcalinité du sang de 36 à 44 %, qu'il attribue à une production plus grande d'acide lactique, par suite de l'insuffisance d'O. — Dans un autre ordre d'idées, le même expérimentateur a trouvé qu'aux grandes altitudes le centre de la déglutition se fatigue plus vite, et, d'autre part, qu'il provoque des mouvements plus rapides de l'œsophage, de sorte que la durée du réflexe de la déglutition se trouve abrégée.

D'après M. Foa, la rapide hyperglobulie qu'on observe sur les montagnes n'est que périphérique; le sang des gros troncs artériels n'y participe pas; elle est due à la stase du sang dans les vaisseaux superficiels, consécutive elle-même à l'abaissement de la pression artérielle. Aussi disparaît-elle rapidement, en l'espace de trente-six heures, lors de la descente dans la plaine, sans que le retour du sang à l'état normal s'accompagne d'une destruction plus grande des globules. Cependant, après huit ou dix jours de séjour en montagne, la fonction hématopoïétique de la moelle est surexcitée, mais à un faible degré.

La contribution personnelle de M. Mosso à ce recueil est considérable et ses recherches, quoique unies par un lien commun, touchent aux questions les plus diverses, ainsi qu'on en jugera par l'exposé suivant, aussi succinct que possible. — Aux grandes altitudes, un caractère fréquent de la respiration, pendant le sommeil, c'est non seulement d'être périodique, mais de s'accompagner, à chaque période, de mouvements de la jambe et de la main, par suite de la propagation des impulsions respiratoires aux muscles des extrémités. — Les chiens supportent bien de fortes dépressions barométriques; on peut arriver rapidement à 200 millimètres sous la cloche pneumatique, sans qu'il se manifeste, chez ces animaux, de malaise grave, sans doute grâce aux provisions d'O contenues dans leur sang et leurs tissus; mais, si la dépression est maintenue pendant un certain temps, leur état subit une aggravation continue, que l'on peut attribuer aux modifications chimiques du sang et à la formation de produits toxiques. Chez le chien, comme chez l'homme, sur le Mont-Rose, la fréquence et la profondeur de la respiration diminuent; l'activité moindre des centres res-

piratoires tient à l'acapnie ou à l'abaissement de l'alcalinité du sang. A l'altitude de 4.560 mètres, ou même sous la cloche pneumatique, à une pression de 220 millimètres altitude de 6.880 mètres, les chiens présentent encore de la polypnée thermique. Comme les expériences de M. Ch. Richet ont montré que la polypnée ne s'établit que si les besoins de l'organisme en O sont complètement satisfaits, il faut conclure de ces observations qu'une raréfaction de l'air qui correspond à celle des plus hautes montagnes ne suffit pas pour amener l'anoxémie ou pour épuiser les provisions d'O de l'organisme. — Si l'on étudie les effets produits par la dépression barométrique sur les singes, on constate qu'elle n'agit pas comme l'anoxémie (due à CO_2 , par exemple), en ce sens que, contrairement à cette dernière, elle amène la somnolence et la perte de conscience, sans excitation préalable; c'est l'acapnie qui intervient pour déprimer le système nerveux. Sur le Mont-Rose, les modifications de la respiration ont été les mêmes chez les singes que chez le chien et chez l'homme. — Hüfner a émis l'hypothèse que le mal des montagnes dépend de la rapidité moindre des échanges gazeux dans les poumons, aux basses pressions. La rapidité avec laquelle CO_2 inhalé est éliminé du sang doit faire rejeter cette opinion. — La sensibilité pour CO_2 , appréciée d'après les changements que ce gaz, mélangé à l'air inspiré, imprime aux mouvements respiratoires, est diminuée dans l'air raréfié, aussi bien chez l'homme que chez les animaux, à cause de l'excitabilité moindre des centres respiratoires. — La durée de l'arrêt volontaire de la respiration aux grandes altitudes ou dans la chambre pneumatique varie suivant les individus: chez les uns, et c'est le cas le plus fréquent, elle est moindre qu'à la pression normale; chez les autres, c'est l'inverse. C'est que, chez les derniers, ce sont les effets de la diminution de CO_2 qui l'emportent, et l'excitabilité des centres nerveux est moins grande. Les premiers ressentent, au contraire, plus fortement les effets de la diminution d'O, et la dyspnée arrive vite. Cependant, comme le temps d'arrêt de la respiration se réduit de plus de moitié, alors que la pression barométrique diminue de moins de la moitié, il en résulte que l'insuffisance d'O n'est pas le facteur le plus important de cette moindre résistance. — Sur le Mont-Rose, les inhalations d'O pur ont fait diminuer la profondeur et la fréquence de la respiration ainsi que la fréquence du pouls, alors qu'elles restaient sans effets à Turin. L'inhalation d'un mélange d'une partie de CO_2 avec deux parties d'O ont diminué la fréquence du pouls, augmenté la fréquence et la profondeur de la respiration, provoqué une sensation de bien-être, tandis que, dans la plaine, ces fortes doses de CO_2 ont donné lieu à une accélération du pouls, à un fort malaise avec vertige. — La diminution de tension de l'O ne suffit pas pour expliquer le sommeil, l'affaiblissement musculaire et les autres phénomènes qui se manifestent dans l'air raréfié. D'après des expériences faites sur des singes, et contrairement à la loi de P. Bert, si l'on maintient constante la pression partielle de l'O, pendant que la pression barométrique diminue, les troubles caractéristiques n'en apparaissent pas moins et doivent donc dépendre de l'acapnie. — L'apnée produite par l'injection d'une solution de soude, qui fixe CO_2 du sang (Fredericq et Hongard), est beaucoup plus longue si l'animal est profondément endormi; l'arrêt respiratoire peut durer jusqu'à trois minutes. L'acapnie due à la soude ressemble donc à l'acapnie du mal des montagnes en ce que ses effets sont plus intenses pendant le sommeil; une deuxième analogie, c'est que l'une et l'autre provoquent la respiration périodique. — L'action physiologique de l'alcool est très fortement amoindrie aux grandes altitudes; alors qu'à Turin l'ingestion de 40 centimètres cubes d'alcool a déterminé une élévation de la température rectale, des modifications de la respiration et du pouls, des signes d'excitation cérébrale, tous ces phénomènes ont fait défaut sur le Mont-Rose, chez le même sujet et pour la même dose.

M. Aggazzotti s'est occupé plus particulièrement des échanges respiratoires. Chez le cobaye, il y eut sur le Mont-Rose une légère augmentation dans l'élimination de CO_2 , l'absorption d'O restant constante. Les différences individuelles furent d'ailleurs très grandes. — Le même expérimentateur a encore porté son attention sur les variations de l'air de réserve chez l'homme. Quand la pression barométrique s'abaisse, la proportion % de CO_2 diminue d'abord dans l'air alvéolaire; mais, déjà entre 684 et 608 millimètres de pression, commencent à se manifester une élimination plus forte de ce gaz et une consommation plus grande d'O, qui atteignent leur maximum à 456 millimètres. Au delà de ces limites, CO_2 diminue, mais la consommation d'O continue encore à augmenter, quoique plus faiblement. — Cependant, la tension partielle de O dans l'air des alvéoles est toujours inférieure à la normale, au moment même où son élimination atteint le maximum. La tension partielle de CO diminue graduellement avec la raréfaction de l'air, mais l'abaissement est plus rapide entre 650 et 450 millimètres, parce que, dans ces limites, la consommation d'O est plus grande. — Quand on revient à la pression normale, après avoir séjourné pendant quelque temps dans l'air raréfié, on élimine une quantité moindre de CO_2 que la normale : cette diminution correspondrait à la reconstitution, dans le sang et les tissus, de produits riches en CO_2 , qui se sont laissés décomposer pendant la raréfaction de l'air.

Quel que soit le sort réservé à la théorie de l'acapnie, les expériences, si ingénieusement variées, de M. Mosso et de ses collaborateurs n'en auront pas moins contribué à enrichir de nombre de données intéressantes la physiologie du mal des altitudes. Elles obligeront aussi à soumettre à une nouvelle vérification des notions qu'on pouvait considérer comme le plus solidement établies. Une expérience fondamentale de P. Bert est remise en discussion : il n'est pas vrai, dit M. Mosso, qu'on puisse éviter aux accidents causés par la diminution de la pression barométrique en augmentant la pression partielle de l'O. Ici, ce n'est plus sur l'interprétation des faits que porte la contradiction, c'est sur les faits eux-mêmes; ces divergences devront trouver leur explication.

Il reste encore à signaler un important travail de MM. Zuntz et Dürig, qui ont étudié, sur eux-mêmes, au Col d'Olen (2.900 mètres) et au sommet du Mont-Rose, l'influence des altitudes sur les échanges respiratoires, d'une part, pendant le repos, d'autre part, pendant le travail musculaire, tout en tenant compte de divers facteurs accessoires, climatologiques ou autres.

Au Col d'Olen, ce n'est que chez l'un des expérimentateurs qu'à l'état de repos, l'on nota un accroissement peu marqué des échanges, tandis que sur le Mont-Rose, dans les mêmes conditions, leur augmentation fut, chez tous deux, de 15 % et se maintint constante pendant les trois semaines de séjour. L'exposition au soleil, au vent, les renforça encore, mais dans une faible mesure. Cependant, même au Col d'Olen, à la suite de marches forcées, on observa, pendant la période de repos consécutive, une activité plus grande des combustions, qui persista pendant une heure et demie et deux heures, contrairement à ce qui se passe dans la plaine. L'explication de ce fait est la suivante : pendant un exercice musculaire forcé, la tension partielle de l'O diminue notablement dans les alvéoles pulmonaires et, par suite, dans le sang, et l'insuffisance d'O a pour conséquence la formation dans l'organisme de substances chimiques dont l'action excitante sur les échanges se prolonge pendant des heures.

Les déterminations faites pendant le travail musculaire montrent que celui-ci, pour une valeur déterminée, réclame une dépense plus grande d'énergie sur la montagne que dans la plaine. L'augmentation est due principalement à l'influence de l'altitude elle-même; d'après des expériences de contrôle, la diffi-

culté de la marche dans la neige n'y contribue que dans la proportion de 11 %.

E. WERTHEIMER.
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Galippe (V.), Membre de l'Académie de Médecine. — L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines. — 1 vol. gr. in-8° de 450 pages avec 278 figures. (Prix : 15 fr.) Masson et Cie, éditeurs. Paris, 1905.

C'est une précise, puissante et convaincante étude sur l'hérédité que le Dr Galippe nous expose dans cet ouvrage. Prenant pour sujet la famille de Habsburg, depuis le duc Ernest de Fier, au xiv^e siècle, jusqu'à nos jours, M. Galippe démontre que le type physique particulier des premiers membres de la famille s'est transmis de génération en génération sans dévier et qu'il se retrouve même dans les familles royales de France, d'Espagne, d'Italie, d'Angleterre qui sont alliées à la dynastie de Habsburg. Ce type de Habsburg est bien connu : c'est un prognathisme inférieur, une saillie plus ou moins marquée du maxillaire inférieur, dont les dents débordent les dents de la mâchoire supérieure, au lieu d'être, comme à l'état normal, recouvertes par celle-ci, et, corrélativement, un développement exagéré de la lèvre inférieure, qui déborde la lèvre supérieure, de telle sorte qu'elle est insuffisamment lubrifiée, se dessèche et se fendille. A ces deux caractères principaux s'ajoutent un aplatissement latéral du crâne, une hauteur souvent exagérée du front, un exorbitisme plus ou moins prononcé.

Ce sont là des stigmates de dégénérescence, tout comme le nez raccourci, la face aplatie et le prognathisme des chiens bouledogues; ces stigmates se sont transmis des parents aux enfants, presque sans exception, se renforçant même quand les deux parents, appartenant à la même famille ou à une famille affectée de la même tare, comme celle des ducs de Bourgogne, étaient affligés des mêmes stigmates. La puissance de la transmission héréditaire de ce caractère pathologique est telle que les Habsburg l'ont imposé par leurs alliances aux dynasties étrangères, à celle des Valois de France, par exemple. Même une race forte et de type très accusé et très différent, comme celle de Napoléon I^{er}, n'a pu échapper à la transmission du prognathisme des Habsburg : le roi de Rome, Napoléon II, né de Napoléon I^{er} et de Marie-Louise, fille de l'empereur d'Autriche François I^{er}, avait si nettement ce stigmate physique que toute la population de Vienne l'acclama, reconnaissant en lui un Habsburg d'Autriche.

Si le Dr Galippe a choisi pour son étude sur l'hérédité la famille des Habsburg, c'est qu'une famille royale seulement peut être suivie assez longtemps et assez complètement, grâce aux documents écrits et aux reproductions artistiques, pour que chaque individu ait son portrait physique nettement tracé. En outre, les mariages consanguins, fréquents dans les familles royales, exagèrent encore les tares physiques et mentales et perpétuent plus exactement le type de la race, en la menant à une déchéance progressive. C'est ainsi qu'un caractère, qui au début pouvait n'être qu'accidentel, est devenu un caractère fixe : la famille des Habsburg est devenue une race de prognathes à grosse lèvre inférieure, de la même façon que s'est constituée une race de chiens bouledogues ou de bœufs natos.

L'ouvrage de M. Galippe, très richement documenté, est une démonstration convaincante de l'hérédité des stigmates physiques. Il offre un puissant intérêt pour ceux qui veulent se livrer à l'étude de l'histoire, car il fait revivre les souverains avec leurs tares physiques et mentales qui ont dirigé leur conduite; il fait aussi de l'histoire le livre vivant de l'humanité et non plus seulement un compendium des batailles et des meurtres, un traité de tactique militaire.

Dr M. LABRÉ,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Décembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Padé étudie la convergence des fractions continues régulières de la fraction $F(h, A, h', a)$ et de ses dégénérescences. Il montre que la table des réduites d'une fonction définie par une équation linéaire du premier ordre comporte des catégories de fractions continues dont les domaines de convergence ne sont pas naturellement les mêmes. — M. W. Stekloff considère le mouvement d'un ellipsoïde fluide homogène dont toutes les parties s'attirent suivant la loi de Newton. — M. A. Boulanger donne la théorie de l'onde solitaire qui se propage le long d'un tube élastique horizontal. — M. Giacobini a découvert une nouvelle comète, le 6 décembre, à l'Observatoire de Nice; il en donne les éléments et l'éphéméride. — M. P. Salet indique les longueurs d'onde des raies spectrales de la couronne solaire photographiées pendant l'éclipse du 30 août. Les photographies montrent, d'autre part, de nombreux jets coronaux qui s'étendent parfois jusqu'à plus de 2 diamètres du bord du Soleil; quelques-uns sont nettement recourbés.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Malassez montre que, chez les objectifs faibles, dont le foyer postérieur est situé en arrière de leur face postérieure, le pouvoir grossissant est inférieur à la puissance; chez les objectifs plus forts, il est supérieur. — M. G. Meslin a constaté la coexistence du paramagnétisme et du diamagnétisme dans un même cristal de pyrrolène et la variation continue de la susceptibilité magnétique avec la direction considérée. — M. H. Pellat a étudié l'action du champ magnétique sur les rayons-canaux de Goldstein. En champ de 900 à 1,000 gauss produit une diffusion complète des rayons, et toute la section du tube paraît uniformément lumineuse. Vers 2,100 gauss, la diffusion diminue et la luminosité s'amincit de nouveau le long d'une paroi du tube. — M. A. Nodon décrit un dispositif nouveau permettant d'obtenir une image monochromatique des sources lumineuses. — M. M. Delépine a reconnu que la réaction d'attaque du platine par l'acide sulfurique est sensiblement : $4 \text{H}^+ \text{SO}_4 + \text{Pt} = \text{Pt} \text{SO}_4^{2+} + 2 \text{SO}_2 + 4 \text{H}_2\text{O}$. Il se forme un sel platinique facile à reconnaître par addition de KCl, qui précipite des cristaux octaédriques. — M. A. Duboin, en abandonnant pendant plusieurs mois une solution saturée d'iode de mercure et d'iode de lithium, a vu cristalliser successivement deux iodomercures de lithium : $2 \text{LiI} \cdot \text{HgI}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, en aiguilles aplaties, $\text{D} = 3,26$, et $2 \text{LiI} \cdot \text{HgI}_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, en gros prismes, $\text{D} = 2,95$. — M. P. Lebeau, en faisant réagir le fluor sur le brome à 0°, a obtenu un liquide incolore, se solidifiant vers 4 ou 5°, qui est un trifluorure de brome BrF_3 ; il est doué d'une très grande activité chimique. — M. H. Moissan a constaté que l'or distille avec facilité au four électrique; son point d'ébullition est supérieur à celui du cuivre et inférieur à celui de la chaux. Par condensation sur un tube froid, sa vapeur produit de l'or filiforme et de petits cristaux microscopiques. Dans les alliages d'or et de cuivre et d'or et d'étain, le cuivre et l'étain distillent avec l'or. De plus, en distillant un alliage d'or et d'étain, on obtient, par voie sèche, le poudre de Cassius. — M. L. Ouvrard, en fondant ensemble de l'hydride borique et du brome de calcium en proportions diverses, a obtenu les bromoborates : 3B^{3+} , 3CaO , CaBr_2 ; 3B^{3+} , 3CaO , CaBr_2 . Avec l'iode de calcium, il n'a pu obtenir aucune combinaison halogénée. — M. Alb. Colson a

étudié les états limites de quelques sels chromiques dissous. — M. L. Franchet a obtenu des reliefs métalliques à la surface des poteries en leur appliquant des couvertes contenant du kaolin et des sels métalliques et en les soumettant à une réduction par introduction dans le moufle d'un courant de gaz d'éclairage. — M. E. Berger, en faisant réagir PCl_5 sur le 3-naphtol, a obtenu : au-dessous de 130°, l'oxyde de 3-naphtyle ($\text{C}^{10}\text{H}^{10}\text{O}$, F. 105°; au-dessus de 130°, le 3-choronaphtalène, F. 56°. — M. M. Godéhot, en faisant réagir l'acétate d'hydroxylamine sur l'hexahydroanthrone, a obtenu l'hexahydroanthrone-oxime, $\text{C}^{14}\text{H}^{18}\text{O}^{11}$, F. 143°, donnant par réduction l'octohydroanthramine, $\text{C}^{14}\text{H}^{20}\text{Az}^{12}$, Eb. 182° sous 12 millimètres. L'octohydroanthrone peut être réduit en perchlore $\text{C}^{14}\text{H}^{18}$, F. 88°. — M. G. Blanc a réalisé la synthèse de l'acide α -méthyl- α -isopropyladique, F. 103°; il présente toutes les propriétés de l'acide dihydrocamphorique, mais, tandis que ce dernier est actif, il est dépourvu de pouvoir rotatoire. — M. G. Léser, en condensant à l'aide du sodium la cyclohexanone avec l'éther acétique, a obtenu l'acétylecyclohexanone, Eb. 110°-112° sous 18 millimètres, donnant une combinaison cuivrique $\text{C}^{14}\text{H}^{20}\text{Cu}$. — MM. Piettre et Vila sont parvenus à scinder l'oxyhémoglobine cristallisée en deux constituants principaux : l'hématine cristallisée, qui représente quantitativement la matière pigmentée du sang, et une matière albuminoïde, la globine. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern ont constaté que la catalase diminue les oxydations produites par le sulfate ferreux en présence de l'émulsion de tissus animaux. On peut supposer que le rôle de la catalase dans l'organisme est de s'opposer aux oxydations trop avancées des substances organiques. — M. J. Wolf a observé que certaines substances : ammoniac, oxydes des métaux alcalins et alcalino-terreux, carbonates de ces métaux, peuvent jouer le rôle de la diastase hémique dans le malt vis-à-vis de la fécule oxydée. — M. G. Seillière a constaté que le xylane est hydrolysé par le suc digestif d'escargot avec formation de xylose. Beaucoup d'autres Pulmonés terrestres et de Gastropodes renferment la même diastase.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. Maurice de Rothschild a rapporté d'une exploration dans l'Afrique orientale de nombreux animaux, en particulier des *Hylocheerus* encore peu connus, un *Boocercus curyceros* et une défense qui paraît appartenir à quelque grand quadrupède récemment éteint. — M. G. Bonnier a reconnu que l'accoutumance des abeilles à un travail déterminé d'avance intervient comme un facteur important dans toutes les observations faites sur les relations entre les fleurs et ces insectes mellifères. En tenant compte de cette accoutumance et aussi de la division du travail chez les abeilles, il déduit de nouvelles expériences que la couleur des fleurs n'exerce pas une attraction sensible sur les butineuses. — MM. D. Bois et I. Gailaud ont étudié les modifications anatomiques et physiologiques provoquées dans certaines plantes par le changement de milieu. Elles portent surtout sur le tissu de soutien et le tissu sécréteur. — M. J. Lefèvre a constaté que, sans lumière, la synthèse opérée par les plantes vertes, à l'abri de CO_2 , en sol artificiellement azoté, devient impossible. Cette synthèse apparaît donc comme une fonction chlorophyllienne. — M. A. Lacroix a étudié les sycènes néphéliques des îles de Los (Guinée française). Elles présentent de grandes variations, mais peuvent se grouper autour de deux types extrêmes, l'un à argite et horrible, l'autre à aegyrine. — M. E. Gourdon a étudié les roches éruptives

grenues de la Terre de Graham recueillies par l'expédition antarctique Charcot. Elles se rapportent à deux séries; l'une formée de types granitiques traversés par quelques roches filonniennes, l'autre de roches microclitiques d'origine incontestablement volcanique. — **M. L. Bertrand** montre que toute la partie centrale et orientale du versant nord des Pyrénées porte la trace de formidables poussées venues du sud; au contraire, les plis du bord méridional de la zone primaire axiale sont poussés au sud. Les Pyrénées seraient donc une chaîne à double déversement. — **MM. E.-A. Martel** et **Le Couppey de la Forest** ont exploré les abîmes du Plan de Canjuers (Var); ce sont les affluents supérieurs, les tributaires intermittents (après les grandes pluies) du réseau hydrologique souterrain qui alimente Fontaine-l'Évêque.

Séance du 18 Décembre 1905.

Séance publique annuelle. — **M. Troost** rend hommage aux membres décédés pendant l'année courante. Puis il proclame les noms des lauréats des prix décernés par l'Académie. — **M. G. Darboux** lit une Notice historique sur Ch. Hermite.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Décembre 1905.

M. Motet présente le Rapport général sur les Prix accordés par l'Académie en 1905, qui sont ensuite décernés. — **M. Jaccoud** prononce l'éloge de Panas.

Séance du 19 Décembre 1905.

L'Académie procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1906. **M. Guéniot**, vice-président, devient de droit président. — **M. Armand Gautier** est élu vice-président. — **M. Motet** est réélu secrétaire annuel et **M. Hanriot** trésorier. — **M. Josias** présente un Rapport sur une communication du **D^r Lop** relative à la transmission des maladies contagieuses dans les Ecoles municipales par le passage des livres des élèves d'une année à l'autre. L'auteur propose qu'il soit procédé, avant la rentrée des classes, à une désinfection générale des livres et cahiers ayant servi, qui doivent être distribués à de nouveaux élèves. La désinfection par les vapeurs de formol paraît la plus recommandable; mais il paraît nécessaire que tous les feuillets viennent en contact avec les vapeurs pour une désinfection absolue. — **MM. Tuffier** et **Mauté** donnent lecture d'un Mémoire sur l'indice de réfraction du sérum sanguin dans les affections chirurgicales.

Séance du 26 Décembre 1905.

MM. Bard et **Gilis** sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine. — **M. A. Josias** présente un Rapport sur un Mémoire de **M. Maurice de Fleury** relatif aux névroses de l'enfance et aux problèmes de l'éducation. De ses observations, il résulte que la paresse, l'inattention, la distraction habituelles, rebelles aux exhortations et aux punitions, la tristesse sans motifs plausibles, la timidité excessive, la tendance à la peur, l'indiscipline invétérée, sont, chez les enfants comme chez les adultes, symptômes de névroses ou de maladies de la nutrition. — **M. N. Gréhant** a fait des expériences sur la régénération de l'air confiné vicié par la respiration au moyen d'un récipient d'oxygène comprimé et de la cartouche à potasse Guglieminetti-Draeger. — **M. G. Pouchet** a reconnu que l'iode et les iodures, d'une part, l'iodothyroïne, le suc de glande thyroïde fraîche, les albumines iodées d'autre part, ont une action précisément inverse sur le cœur et les appareils nerveux extra-cardiaques: les premiers sont des hypertenseurs, les seconds des hypotenseurs à doses médicamenteuses. A doses toxiques, tous les deux provoquent des hypotensions par action dépressive sur le myocarde et par paralysie du système nerveux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Décembre 1905.

M. G. Loisel a constaté que la quantité de substances grasses et de lécithines dans les testicules des cobayes en évolution augmente notablement au moment de la puberté. Chez les Oursins en activité sexuelle, il y a plus de substances grasses dans les ovaires que dans les testicules. — Le même auteur a observé, chez le Canard, que la domestication ne favorise pas la descendance de l'espèce; les œufs de canards hybrides sont plus nourrissants, sous un volume plus petit, que les œufs de canard ordinaire. — **MM. J. E. Abelous**, **A. Soulié** et **G. Toujan** ont reconnu que l'addition d'extraits d'organes ou de tissus autolysés à une même quantité de pulpe surrénale augmente notablement sa teneur en adrénaline. — **MM. M. Doyon** et **Petitjean** ont observé de nouveau que l'épiploon accapare et élimine les particules solides introduites dans la cavité abdominale. — **M. P. Mulon** critique les observations de **MM. Bernard** et **Bigart** sur la couche germinative de la corticale des surrénales chez le cobaye. — **MM. G. Froin** et **L. Ramond**, dans la pleuro-tuberculose et la méningite tuberculeuse primitive, ont constaté que le liquide pleural renferme peu de bacilles et beaucoup de toxine, tandis que le liquide céphalo-rachidien, plus riche en bacilles, dilué une quantité de substance toxique beaucoup moins abondante. — **MM. A. Carrel** et **C. C. Guthrie** ont réalisé la transplantation uniterminale d'une veine d'une glande pathologique sur une grosse artère du voisinage; les fonctions de la glande se sont rétablies. — **M. C. Ciaccio** a observé, dans le sympathique abdominal des Oiseaux, la formation de nouvelles cellules nerveuses, dérivant de petites colonies cellulaires qui résultent de la division directe et inégale des cellules germinatives. — **MM. E. Saequépée** et **F. Chevrel** ont reconnu que les animaux vaccinés activement contre le bacille d'Eberth présentent vis-à-vis des bacilles para-typhiques un degré d'immunité à peine inférieur au taux de l'immunité spécifique, et vice versa. D'autre part, les bacilles paratyphiques B sont nettement pathogènes par ingestion, au moins pour le cobaye; ce résultat doit être opposé à l'innocuité habituelle de l'ingestion du bacille d'Eberth. — **M. A.-H. Perret** a constaté que l'*Urtica dioica* et le *Lanum album* renferment des poisons pruritifs, dont les propriétés sont analogues à celles des thalassines animales; ils sont solubles dans l'alcool. — **M. Ch. Féré** a reconnu que la station debout favorise le travail et l'attention pendant une courte période; mais cette exaltation est suivie d'une fatigue plus rapide. L'immobilité préalable produit d'abord une exaltation notable; mais, à mesure que l'on augmente la durée de l'inaction, le travail initial diminue. L'économie de l'effort favorise l'augmentation de la valeur totale du travail. — **M. E. Fauré-Frémiet** expose ses recherches sur la structure intime du protoplasma chez les Protozoaires. — **M. G. Delezenne** a observé que les sels de potassium sont capables d'inhiber le pouvoir activant des sels de calcium sur le suc pancréatique inactif. — **M. M. Lambert** présente un appareil pour l'étude du cœur isolé.

Séance du 16 Décembre 1905.

MM. M. Doyon, **A. Morel** et **N. Kareff** ont observé l'incoagulabilité du sang et la disparition du fibrinogène du plasma à la suite de l'oblitération des artères du foie au moyen de la paraffine. — **M. H. Vincent** montre que la quinine et l'antipyrine sont fortement hémolytiques et qu'elles provoquent souvent, chez les paludéens, des crises d'hémoglobinémie avec hémoglobinurie. Chez ces malades, l'injection de chlorure de calcium a un effet antihémolytique préventif et curatif puissant. — **MM. H. Vincent** et **Dopter** ont constaté que le chlorure de calcium possède un pouvoir antihémolytique contre le sérum hémolytique; cette propriété est

partagée par BaCl_2 , MgCl_2 , SrCl_2 . — M. L. Bard a reconnu que la leucocytose digitale est un fait constant, tant à l'état normal que dans les maladies les plus diverses. Mais elle est exclusivement périphérique et compensée par une leucopénie des organes centraux. — M. A. Marie est parvenu à préserver le chien contre la rage des rues par une seule injection d'un mélange de virus fixe et de sérum antirabique et pour une durée d'une année. — M. A. Guillaumond étudie la structure de l'appareil chromidial des Cyanophycées et sa division; ces plantes ne possèdent pas de véritable noyau; elles renferment plusieurs catégories de grains de sécrétion. — MM. A. Rodet et Lagriffoul ont observé que l'alcéline forte et la présence d'une trace de sang sont des conditions favorables à la culture du bacille d'Eberth exalté par des passages répétés dans le péritoine du cobaye. — MM. E. Lenoble et E. Aubineau ont observé dans la région brétonne une variété nouvelle de myoclonie congénitale, pouvant être héréditaire et familiale, à myastagmus constant. — M. J. de Rey-Pailhade a constaté que la séro-albumine n'attaque pas le soufre à 40 et 45°, tandis que la myo-albumine donne l'FS avec le soufre à cette température. — M. L.-G. Simon montre qu'un certain nombre des polynucléaires éosinophiles de la muqueuse intestinale sont formés sur place, par évolution de lymphocytes ou de myélocytes. — M. G. Bohn a reconnu que les mouvements phototropiques de l'*Tharpiactis* atteignent leur maximum d'intensité après le passage de l'eau impure dans l'eau pure. — MM. A. Veillon et J. Girard ont observé la présence du *Spirchaete pallida*, dans la roséole syphilitique, dans les capillaires terminaux des papilles et dans quelques vaisseaux sous-papillaires. — MM. Rieux et Sacquépée montrent qu'il y a lieu de faire des réserves sur la valeur du procédé dit de la saturation dans le diagnostic clinique des agglutinines typiques et paratyphiques, et aussi des agglutinines paratyphiques entre elles. — MM. P. Armand-Deille et Huet ont constaté que les poisons à action locale du bacille tuberculeux, tels que l'éther-bacilline d'Auclair et l'extract xylolé, n'ont aucune action générale sur l'organisme et ne sont anéantissants ni vis-à-vis d'eux-mêmes, ni vis-à-vis du bacille tuberculeux vivant, ni vis-à-vis de la tuberculine. — M. P. Remlinger a fait quelques expériences de vaccination antirabique avec des mélanges de sérum antirabique et de virus fixe. — MM. M. Villaret et L. Tixier ont observé des méningites aiguës dont les allures cliniques et l'examen cytologique font porter le diagnostic de méningite tuberculeuse et qui donnent néanmoins des résultats bactériologiques négatifs. — M. M. Hepp décrit une nouvelle méthode opératoire d'isolement gastrique donnant du suc gastrique rigoureusement pur. — M. Zangger a reconnu que la saponine et le taurocholate de soude, doués de propriétés colloïdales, sont des substances hémolytantes.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1906. Sont élus :

Vice-présidents : MM. J.-P. Langlois et Trouessart;
Secrétaires : MM. M. Caullery, V. Henri, Teissier et Tissot;

Troisième : M. G. Weiss;
Archiviste : M. A. Pettit.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Décembre 1905.

MM. Coyné et Cavalé ont étudié l'appareil érectile de la queue du cornet inférieur chez l'homme. — M. D. Récamier et L. Tribondeau, après avoir exposé aux rayons Röntgen une seule patte chez les jeunes poussins, ont observé un ralentissement du développement de la patte reutilisée. L'atrophie a frappé tous les os, dans toutes leurs parties et dans toutes leurs dimensions. — M. J. Chaine conclut de ses recherches, contrairement à M. P. Dupuy, à l'unité primitive des deux ventres du digastrique. — MM. J. Gautrelet et H. Gra-

vellat ont constaté que les injections sous-cutanées de bleu de méthylène en solution à 5 % abaissent nettement le chiffre de l'urée excrétée par le lapin normal. Il en est de même chez le lapin en état d' inanition, qui devrait tendre naturellement à augmenter physiologiquement son urée. — M. J. Sellier a reconnu que le sérum sanguin des Poissons et de plusieurs groupes d'invertébrés est doué du pouvoir antiprotéolytique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Décembre 1905.

M. G. Claude : Sur la liquéfaction de l'air et ses applications. La liquéfaction de l'air est, comme on sait, basée sur la cumulation, à l'aide d'un échangeur de température, du froid produit par la détente de l'air comprimé. La mesure de ce froid est évidemment fournie par la quantité de travail effectuée par l'air pendant sa détente. M. G. Claude montre, à ce propos, la supériorité théorique considérable de la détente avec travail extérieur sur la détente sans travail extérieur employée exclusivement jusqu'ici. Il est parvenu à utiliser pratiquement le premier mode, en dépit de difficultés graves qui avaient découragé avant lui nombre d'expérimentateurs, grâce aux propriétés d'incompressibilité de l'éther de pétrole, qui permettent d'assurer le graissage de la machine de détente pendant la mise en marche, puis grâce à l'*antolubrication* réalisée en régime par l'air liquide même qui se forme dans la machine. Mais la marche réalisée dans ces conditions est très défectueuse, l'air comprimé arrivant à la machine au voisinage immédiat de sa liquéfaction, ce qui réduit à peu de chose son travail d'expansion. L'auteur explique comment il lui a été possible de remédier à ce grave inconvénient en envoyant l'air détendu, à sa sortie de la machine, dans un *liquéfacteur*, c'est-à-dire autour d'un faisceau tubulaire alimenté par une partie de l'air comprimé et froid du circuit d'alimentation de la machine. L'air détendu provoque la liquéfaction de cet air comprimé, se réchauffe de ce fait jusque vers — 140° et, pénétrant à cette température et non plus à — 190° dans l'échangeur, refroidit beaucoup moins l'air comprimé. De ce fait, le rendement en air liquide est triplé, et le rendement des meilleurs appareils basés sur la détente sans travail extérieur notablement dépassé. Sur l'extraction de l'oxygène, M. Claude expose d'abord que celle-ci est basée sur l'évaporation de l'air liquide, qui donne au début surtout de l'azote, et à la fin de l'air suroxygéné. Mais ce procédé d'obtention serait anti-économique sans la récupération du froid de l'air liquide : on obtient celle-ci en provoquant l'évaporation de l'air liquide à l'aide d'air comprimé à 3 ou 4 atmosphères, préalablement refroidi par sa circulation dans un échangeur en sens inverse des gaz vaporisés dont il retient le froid. L'air comprimé se liquéfie alors en cédant sa chaleur latente de liquéfaction au liquide extérieur, qui se vaporise de ce fait; la quantité d'air liquide ainsi reconstituée est sensiblement équivalente à celle qui est évaporée et la quantité d'air liquide d'appoint à fournir par la machine à air liquide pour combler le déficit est très faible. D'après ce mode opératoire, commun à tous les anciens procédés, l'air à traiter serait totalement liquéfié, ce qui provient de la croyance, née des expériences de Dewar, que, lorsque l'air liquide se liquéfie, ses deux éléments constitutifs se condensent simultanément. M. G. Claude explique que cette croyance est fautive et qu'on contraire les premières parties de la liquéfaction sont particulièrement riches en oxygène. Grâce à son dispositif de liquéfaction partielle avec retour en arrière, il a pu mettre ce fait à profit en séparant l'air à traiter en un liquide riche, tirant jusqu'à 18 %, et en un résidu gazeux, qui est de l'azote pur, dont la valeur industrielle est très grande. Les procédés basés sur la vaporisation fractionnée ne peuvent fournir que de

l'air suroxygéné, mais il est possible d'arriver à l'oxygène pur, grâce aux procédés basés sur la rectification. Dans le système Lévy, par exemple, le liquide vaporisé par la liquéfaction corrélatrice d'air à 3 ou 4 atmosphères est exclusivement de l'oxygène pur; une partie de cet oxygène est directement envoyée vers les appareils d'utilisation; le reste monte dans une colonne de rectification qui surmonte le vaporisateur et où s'écoule de plateau en plateau, au contact des gaz ascendants, l'air liquide à 21 % récupéré. Cet air liquide condense progressivement l'oxygène des gaz ascendants et arrive au vaporisateur à l'état d'oxygène liquide pur, tandis que les gaz épuisés sortent à la teneur de 7 % d'oxygène. On ne recueille donc ici que 2/3 de l'oxygène de l'air traité et l'on n'obtient pas d'azote pur. M. Claude montre comment la combinaison de son système de retour en arrière avec la rectification permet de supprimer cette dernière imperfection et d'arriver ainsi à la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur. Deux appareils basés sur ces principes fonctionnent à l'usine de la Société L'air liquide, à Boulogne-sur-Seine, l'un produisant 700 m. c. et l'autre 1.000 m. c. d'oxygène pur par jour.

— M. S. Turchini : Sur le rendement en rayons X du tube de Crookes suivant les conditions de son excitation. La connaissance de l'étincelle équivalente d'un tube de Crookes étant capitale, il était nécessaire, avant d'entreprendre l'étude de son rendement en rayons X, de savoir comment variait cette étincelle avec les constantes du circuit : intensité du courant, bobine employée, fréquence de l'interrupteur. L'étincelle équivalente, étant 4 cm. 5 avec une intensité de 0^{ma}, 3, était de 105 cm. avec 1^{ma}. L'étincelle équivalente augmente donc avec l'intensité, mais augmente plus vite qu'elle. Pour une même intensité et une même fréquence de l'interrupteur, l'étincelle équivalente d'une bobine de 25 cm. de longueur d'étincelle est plus grande que celle d'une bobine de 45 cm. Avec I = 0^{ma}, 4, l'étincelle équivalente avec la petite bobine a été de 12 cm., tandis que, avec la grosse bobine, elle n'était que de 7 cm. 5. L'étincelle équivalente varie également avec la fréquence des interruptions. Pour mesurer celle-ci, un disque stroboscopique, éclairé au moyen d'une étincelle de haute fréquence, donnant 42 trains d'ondes par seconde, était placé sur l'axe de l'interrupteur-turbine à mercure. La courbe montre que l'étincelle équivalente tend vers une limite quand la fréquence augmente à intensité constante. Elle était de 8 cm. pour 15 interruptions, et de 2 cm. 5 pour 126 interruptions par seconde. Un autre fait découle de cette étude, c'est que la fréquence qui semble le mieux convenir au bon fonctionnement du tube de Crookes est celle de 30 interruptions par seconde environ : c'est la fréquence optimale. L'étude du rendement en rayons X a été faite d'abord en comparant l'éclat d'un écran excité par un tube de Crookes à un étalon lumineux, et ensuite en faisant des poses radiographiques sur une plaque photographique et mesurant la transparence des plaques impressionnées par la méthode Camichel. A intensité constante, l'éclat d'un écran ainsi excité augmente avec l'étincelle équivalente, jusqu'à une valeur de celle-ci comprise entre 10 cm. et 12 cm.; ensuite, la courbe est pratiquement confondue avec une asymptote horizontale. Avec une même intensité, l'éclat d'un écran est d'autant plus faible que la fréquence des interruptions est plus grande, fait dû sans doute à ce que, lorsque la fréquence augmente, l'étincelle maxima, que donne la bobine pour une intensité donnée, diminue et se rapproche trop de l'étincelle équivalente du tube. En s'adressant à des bobines différentes, toutes choses égales d'ailleurs, le rendement en rayons X est toujours plus grand pour une bobine de petites dimensions que pour une forte bobine. Cela ne veut pas dire que les petites bobines doivent être préférées, car avec elles il est difficile d'obtenir de gros débits; si l'on veut y arriver, le tube fonctionne mal, parce que

les interruptions deviennent mauvaises à cause de la forte intensité primaire; en outre, il durcit très rapidement, ce qui se produit beaucoup moins avec une forte bobine. La self-induction de la bobine a également une influence sur le rendement du tube. Cette étude, faite avec une bobine à self variable, a montré que l'éclat de l'écran est plus intense, toutes choses égales, quand la bobine fonctionne avec toute sa self que lorsqu'on la réduit. Les expériences précédentes, reprises en faisant des poses radiographiques, ont donné des résultats identiques.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Décembre 1905.

M. Ch. Mouren a fait l'étude de trente composés acétyléniques au point de vue de la réfraction et de la dispersion moléculaires. La plupart présentent des exaltations notables. Le corps le plus remarquable qu'il ait rencontré est le diphenyldiacétylène $C_6H_5-C \equiv C-C \equiv C-C_6H_5$, dont l'exaltation de la réfraction moléculaire, par rapport à la raie D, est de 12,856 unités. La loi d'addition se trouve donc gravement en défaut chez les composés acétyléniques. — M. Bertrand présente une Note de M. de Vamossy. D'après les recherches de M. de Vamossy sur les activateurs du dégagement d'hydrogène sans l'appareil de Marsh, on peut, contrairement à des expériences anciennes de M. A. Gautier, employer aussi bien les sels de cuivre que les sels de platine : les résultats quantitatifs sont les mêmes, et tout le métalloïde se retrouve dans l'anneau. — M. M. Delépine montre que, si l'on introduit de la mousse ou des lames de platine dans l'acide sulfurique au cours d'un dosage d'azote suivant la méthode de Kjeldahl, on constate des pertes d'azote. La réaction de destruction est : $5O^4(AzH^3)^2 + 28O^4H^2 = Az^2 + 3SO^3 + 6H^2O$. Elle se poursuit jusqu'à disparition totale de l'azote, si l'on chauffe assez longtemps, même si la dose de platine est faible. C'est une réaction d'allure catalytique, dont il établit le mécanisme : l'acide attaque le platine et forme un sulfate de platine qui décompose le sulfate d'ammonium en régénérant le platine. L'attaque du platine étant discutée, il a exécuté de nouvelles expériences sur le sujet : il établit que ce métal est attaqué même en l'absence de produits nitreux et que la présence de ceux-ci ne change guère la vitesse de la réaction. Le sulfate d'ammonium produit des effets retardateurs dont la cause est précisément dans la précipitation de métal signalée plus haut. — M. E. Berger a étudié l'action du perchlorure de phosphore sur le β -naphтол, il a observé la formation de naphthalènes chloré et chloruré et d'oxyde de β -naphthalène; il a étudié les conditions d'obtention de ces divers produits. — M. Prud'homme, en réduisant à froid, par la poudre de zinc et l'acide chlorhydrique étendu, l'alizarine, l'anthrapurpurine et la flavopurpurine, précipitées de leur solution dans la soude, a obtenu avec chacune de ces oxyanthraquinones un corps brun, un corps vert et un corps jaune, qu'il considère comme l'oxanthranol, l'hydrooxanthranol et l'oxanthrone correspondants. Ces corps se dissolvent en rouge dans les alcalis caustiques, qui donnent des solutions jaunes ou jaunes brunes avec les produits de réduction plus avancés, l'anthranol, l'anthrone, etc... La solution ammoniacale, dans le cas de l'alizarine, traitée par un acide, au bout d'une huitaine de jours de contact, laisse précipiter un nouveau colorant, qui teint les mordants de fer en bleu, ceux de chrome en prune, etc... L'anthrapurpurine donne un colorant presque identique. Ces colorants représentent l'alizarinimide et l'anthrapurpurinimide, ou leur isomère. La désoxyalazarine et la désoxyanthrapurpurine, en solution ammoniacale, donnent naissance, suivant les conditions dans lesquelles se fait l'expérience, aux deux isomères possibles. Avec la flavopurpurine, les résultats sont, jusqu'à présent, négatifs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

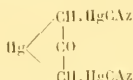
Séance du 16 Novembre 1905.

M. J. E. Petavel communique ses recherches sur la pression des explosions. La première partie du Mémoire décrit l'appareil qui a été employé pour l'étude des explosifs, soit solides, soit gazeux. Les pressions sont enregistrées photographiquement sur un cylindre tournant au moyen d'un manomètre de construction spéciale. La seconde partie traite spécialement des propriétés de la cordite; les résultats confirment l'hypothèse que la combustion de la cordite procède par couches parallèles. La vitesse avec laquelle la flamme se porte vers le centre de chaque particule explosive est proportionnelle à la pression sous laquelle la combustion a lieu.

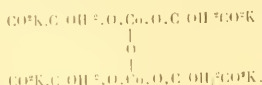
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Novembre 1905.

MM. J. E. Marsh et R. de J. F. Struthers, en ajoutant de l'acétone à une solution de cyanure de mercure dans la soude caustique, ont obtenu un précipité blanc, $\text{HgC}_2\text{H}_3\text{OAz}$, insoluble dans l'eau ou l'alcool, soluble dans un excès d'acétone; ils lui attribuent la constitution :

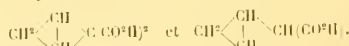


L'acétophénone fournit un composé similaire $\text{HgC}_2\text{H}_3\text{O}^2\text{Az}$. La diéthylcétone, la benzophénone, la menthone ne donnent pas cette réaction. — M. J. E. Reynolds a étudié l'action du brome sur la silicotétraphénylamide $\text{Si}(\text{AzH}_2\text{C}_6\text{H}_4)_4$. Deux atomes de Br réagissent d'abord avec élimination d'un résidu anilique et formation d'une guanidine substituée $\text{C}_6\text{H}_4\text{AzH}_2\text{Si}(\text{AzC}_6\text{H}_4)_3\text{Br}$. Puis deux nouveaux atomes de Br enlèvent un second reste anilique avec formation d'une diimide substituée $\text{Si}(\text{AzC}_6\text{H}_4)_2\text{Br}_2$. Enfin, dans une troisième étape, une molécule de Br enlève encore un reste anilique et il se forme un composé $\text{Si}(\text{AzC}_6\text{H}_4)_3\text{Br}_3$, contenant le groupe SiAz analogue au cyanogène. Ce nitrile, purifié autant que possible, est un solide vitreux sombre, fondant vers 60° , soluble dans l'éther pur. — MM. G. Barger et A. J. Evins ont modifié la méthode de détermination du poids moléculaire dans laquelle les pressions de vapeur de deux solutions sont comparées en mesurant microscopiquement le changement d'épaisseur que subissent des gouttes de ces solutions placées dans des tubes capillaires, et ils l'ont adaptée à des températures pouvant atteindre jusqu'à 95° . Avec des solvants volatils, comme l'alcool et le benzène, une différence de 1° dans la concentration moléculaire de deux solutions peut être décelée en cinq à dix minutes à 80° . Avec l'aniline, beaucoup moins volatile, il faut une heure à 95° . — M. R. G. Durrant a préparé des composés cobaltiques (I) par oxydation des sels cobaltiques en présence des sels alcalins d'acides organiques. Pour lui, la couleur verte dépend de la présence du noyau $\text{Co}_2\text{O}_3\text{Co}$. L'oxalate double de cobalt et de potassium aurait la constitution :



— M. Ed. Divers fait ressortir que le point le plus important des travaux récents de Dunstan, Jowett et Goulding, sur la rouille du fer, c'est que le fer le plus pur peut se rouiller au contact de l'oxygène et de l'eau sans l'intervention de l'acide carbonique ou d'aucune autre substance. Il ne lui paraît pas nécessaire d'invoquer la formation de peroxyde d'hydrogène dans

ce processus, qui peut être représenté simplement par les équations $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Fe} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}^{\text{II}}\text{O}$ (oxyhydrate ferreux) et $2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}^{\text{II}}\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} \cdot \text{Fe}^{\text{III}}\text{O}$ (oxyhydrate ferrique). M. Dunstan réplique que la formation de H_2O_2 a été mise en évidence dans la « rouille » du zinc, qui paraît être strictement analogue à celle du fer. — MM. J. Ch. Philip et S. H. Smith, par l'étude des courbes des points de congélation, ont mis en évidence l'existence de composés : du catéchol avec 1 et 2 molécules de *p*-toluidine, fondant respectivement à $50,4^\circ$ et $44,9^\circ$, et du résorcinol avec 1 et 2 molécules du même corps. Le quinol paraît donner un composé avec l'*α*-naphthylamine. — M. W. H. Perkin jun., en traitant l'acide hexahydro-*p*-toluïque par PCl_5 et Br, a obtenu un dérivé *α*-bromé, $\text{F}_{109}^{\text{II}}\text{F}_{110}^{\text{II}}$, qui s'hydrolyse en donnant l'acide *α*-hydroxyhexahydro-*p*-toluïque, $\text{F}_{132}^{\text{II}}$, et l'acide Δ^1 -16trahydro-*p*-toluïque. Le premier est décomposé par H_2SO_4 avec élimination de CO , en formant la 1:4-méthylcyclohexanone, $\text{Eb}_{170}^{\text{II}}$. Cette dernière réagit avec l'iode de magnésium-isopropyle et est convertie en menthol tertiaire, $\text{Eb}_{95}^{\text{II}}$ sous 25 mm., qui, digéré avec le sulfate acide de K, donne la menthone inactive, $\text{Eb}_{168}^{\text{II}}$. — MM. W. H. Perkin jun. et J. L. Simonsen, en faisant digérer le malonate d'éthyle sodé avec le tribromopropane, ont obtenu un éther $\text{CH}_3\text{Br} \cdot \text{C}_2\text{H}_4^{\text{II}}(\text{CO}^{\text{II}}\text{CH}_3)_2$, qui est décomposé par KOH avec formation d'un acide cristallin $\text{C}_2\text{H}_4^{\text{II}}(\text{CO}^{\text{II}})_2\text{F}_{139}^{\text{II}}$. Chauffé, il perd CO_2 et forme l'acide $\text{C}_2\text{H}_4^{\text{II}}(\text{CO}^{\text{II}})_2\text{F}_{157}^{\text{II}}$. Ces acides paraissent être des dérivés du dicyclobutane, ayant respectivement les formules :



— MM. R. H. Pickard et A. Neville ont isolé l'acide dextro- Δ^2 (ou Δ^3)-dihydro-1-naphtioïque au moyen de son sel de 1-menthylamine, qui est moins soluble dans l'acétate d'éthyle que le sel de l'acide gauche correspondant; $M_n = +370,4$ dans le chloroforme. — MM. D. A. Bowas et A. Lapworth sont parvenus à convertir tous les dérivés azoïques de l'acétoacétate d'éthyle, par traitement avec Cl ou Br, en hydrazinohalogénures, de formule générale Cl ou $\text{Br} \cdot \text{C}(\text{CO}^{\text{II}}\text{H})_2\text{Az}$; AzHX. Traités par AzH aqueuse, l'halogène, puis le groupe éthoxyle y sont remplacés par AzH_2 , en donnant $\text{AzH}_2 \cdot \text{C}(\text{CO}^{\text{II}}\text{H})_2\text{Az}$; AzHX et $\text{AzH} \cdot \text{C}(\text{CO}^{\text{II}}\text{H})_2\text{Az}$; AzHX, corps jaunes faiblement basiques. — M. O. Ch. M. Davis a poursuivi l'étude de l'action du sulfate d'azote sur les aldéhydes. Les aldéhydes cinnamiques, salicyliques et cuminiques ne réagissent pas. Les nitrobenzaldéhydes donnent des cyanidines. — M. F. E. Francis a fait réagir le sulfate d'azote sur les acides aréiques et propionique à leurs points d'ébullition; il se dégage SO_2 et un peu d'Az, et il se forme les amides et diamides correspondantes. Les acides chloro- et bromo-acétiques donnent également des mélanges d'amides et de diamides. — MM. S. Ruhemann et R. W. Merriam ont constaté que, dans l'action de l'iode de méthyle sur la tétrazoline (I), il y a isomérisation en un composé (II) :



La même transformation a lieu dans la condensation avec les aldéhydes, qui donne des composés (II) où H^{II} est remplacé par CHR . Par hydrolyse, ils reforment la tétrazoline.

SOCIÉTÉ ANGLAISE
DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 26 Octobre 1905.

M. Th. Turner conclut de ses recherches que les sels silicatifs sont des mélanges hétérogènes qui, quoi-

que fusibles à haute température, n'ont pas de point de fusion défini. Elles renferment usuellement trois constituants : 1° un solvant ou matrice relativement inerte formé d'un ou plusieurs silicates fusibles ; 2° un agent actif dissous dans le solvant et consistant généralement en un oxyde métallique ou en un mélange d'oxydes ; 3° le produit de l'action de l'oxyde sur quelque impureté caractéristique de la charge, la proportion de l'impureté entrant dans le métal déterminant sa qualité. Aux hautes températures, on a donc un système comprenant 4 phases, et les résultats, quoique compliqués, sont déterminés par l'application de la règle des phases.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 3 Novembre 1905.

M. G. H. Bailey fait une conférence sur les rapports de l'enseignement supérieur avec l'industrie chimique.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 13 Septembre 1905.

M. A. Wright communique l'analyse de quelques charbons de la Nouvelle-Zélande. Quelques-uns se rapprochent des meilleurs charbons connus ; les autres sont de qualité inférieure et de valeur locale seulement.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Novembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Millosevich entretient l'Académie des observations qu'il a faites en Tripolitaine pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, et fait quelques remarques sur l'exactitude des données pour la longitude de Tripoli. — M. G. Ricci : Sur les groupes continus de mouvements rigides dans les hyperspaces. — M. T. Levi-Civita : Sur les fonctions de deux ou plusieurs variables complexes. — MM. V. Reina et U. Barbieri présentent le levé planimétrique et altimétrique de la *Villa Adriana*, exécuté par les élèves de l'Ecole Polytechnique de Rome.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Balbiano transmet un Mémoire dans lequel il décrit ses recherches sur l'action d'une solution aqueuse d'acétate mercurique sur les composés oléfiniques. — MM. A. Angeli et F. Angelico décrivent une nouvelle réaction de la bioxyammoniaque. — M. G. Minunni expose les résultats théoriques d'une première série de recherches sur l'action de l'éther acétoacétique sur les phénylhydrazones de quelques aldéhydes aromatiques. — Avec la collaboration de M. R. Ciusa, M. Minunni a exécuté de nouvelles recherches sur les dérivés hydroxylaminiques des cétones du type $R_2CH:CH.CO.CH_2CH_2R$, et il en donne la description. Les mêmes auteurs étudient, en outre, la manière de se comporter des aldolximes aromatiques avec le nitrate d'argent. — M. E. Mameli s'occupe des groupes $-AZO^+$ et $-AZH^+$ dans les mononitro- et amino-dérivés de l'aldéhyde et de l'acide pipéroniques, et décrit les réactions qu'il a obtenues au cours de ses expériences. — MM. G. Levi et M. Voghera ont étudié les moyens plus pratiques pour arriver à la formation électrochimique de l'acide hyposulfureux et des sels $M'SO_3$, composés qui, de cette manière, n'ont été encore obtenus que dans quelques réactions secondaires et en quantité minime. — M. M. Levi-Malvano donne communication de ses recherches sur les conditions de stabilité des hydrates de sulfate de béryllium. — En vue de la grande importance pratique que présente la précipitation des sulfures métalliques, surtout pour la Chimie analytique, MM. G. Bruzi et M. Padoa ont institué une série d'expériences pour étudier l'influence de la pression sur cette précipitation, et informent l'Académie des résultats obtenus. — L'Académie a approuvé la publication, dans les volumes des Mémoires, des travaux suivants : L. Tieri : Action des ondes électriques sur les cycles d'hystérèse magnétique par torsion et par traction ; G. Gianfranceschi : La vitesse

des ions produits par une flamme ; L. Puccianti : Expériences sur la dispersion anormale des vapeurs métalliques dans l'arc électrique alternatif, qui éclaircit la question des spectres multiples d'un élément.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. T. Taramelli fait la biographie du géologue et patriote L. Pilla, dont il rappelle les travaux importants et l'amour pour sa patrie, à qui il a donné sa vie. — M. G. Checchia-Rispoli a examiné les calcaires nummulitiques rencontrés par M. Ragusa à la base de la montagne Chiaramonte Gulii, entre Catane et Syracuse, et il donne la description de ces calcaires, de leur position géologique et des fossiles qu'ils renferment. — M. G. van Rynberk résume les travaux que l'on possède sur la respiration des poissons, comme introduction à ses recherches sur le même sujet. — M. A. Bongiovanni rappelle la découverte de Negri sur les formes endocellulaires observées dans les cellules du système nerveux central des animaux enragés, et que l'on considère comme l'élément spécifique de la maladie. M. Bongiovanni a recherché ces éléments dans le cas de rage à lente guérison, avec la méthode de l'application du radium proposée par M. Tizzoni ; mais ces recherches ont donné des résultats négatifs. — M. F. Silvestri décrit un cas très intéressant de germinogonie polymébrionique spécifique observé chez un hyménoptère parasite, le *Litomastix truncatellus*, qui dépose ses œufs dans ceux de la *Plusia gamma*. M^{lle} A. Foà, en observant des termites provenant de Iquique (Chili), a trouvé, dans l'intestin postérieur de ces insectes, une énorme quantité de Flagellés parasites, très différents des parasites qui vivent sur nos Termitides ; elle donne la description et les dessins de ces Flagellés nouveaux, qui ont reçu le nom de *Calonympha Grassii* et de *Devescovina striata*. — M. G. Pieri a poursuivi ses recherches expérimentales sur la pénétrabilité de l'*Inkylotostoma* à travers la peau, recherches qui confirment la possibilité d'infection par cette voie et par absorption par la bouche ; mais c'est ce dernier mécanisme de pénétration du parasite qui donne une infection plus constante et abondante. — M. V. Peglion a étudié la tuberculose du *Nerium oleander*, maladie qui sévit dans les jardins de Monaco et de Montecarlo, et serait produite par un microorganisme que M. Peglion a réussi à isoler, et qui présenterait des caractères identiques à ceux du *Bacillus oleae* Arc.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Novembre 1905.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P.-H. Schoute : Sur une surface gauche tordue du sixième ordre et du genre zéro dans l'espace quadridimensionnel. Génération à l'aide de trois faisceaux de rayons projectifs, comme lieu des droites s'appuyant sur trois rayons correspondants, d'abord d'une surface gauche à six points doubles biplanaires, et ensuite d'une surface gauche admettant une quartique double. La dernière surface tordue est l'intersection complète d'un espace conique quadratique et d'un espace cubique ; de ces deux espaces, le dernier est le lieu des cordes de la quartique double, tandis que le premier est le lieu des plans contenant trois points de cette quartique et un point donné, le sommet. — Ensuite, M. Schoute présente au nom de M. W.-A. Versluis : Les équations plückeriennes d'un point cyclique d'une courbe gauche. En se basant sur le développement en série $x = t^n + t, y = t^{n+r} + t, z = t^{n+r+m} + t$ dû à Halphen, où n, r, m , représentent l'ordre, le rang, la classe du point cyclique $M(n, r, m)$, tandis que les t indiquent des séries de puissances en t , commençant par une constante, l'auteur indique quelques corrections que doivent subir les formules connues de Plücker-Cayley. — M. H. G. van de Sande Bakhuizen communique un compte rendu provisoire sur l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905. Lieu d'observation : Burgos.

observateurs : MM. H. G. van de Sande Bakhuyzen, W. H. Julius, A. A. Nyland, J. Wilterdink ; assistant : M. W. J. H. Moll ; assistants étrangers : MM. les pères Eleuterio Martínez et Antonio de Madariaga, professeurs de Physique et de Théologie à Burgos, et M. J. Kaplan, de Saint-Petersbourg. Instruments : un sidérostas à appareil celostatique, deux spectrographes à fente, une chambre à prisme, un radiomètre, un pyrhéliomètre, un sextant et trois chronomètres. But : l'observation de la couronne et des bords du disque solaire, ainsi que la radiation de la couronne. Circonstances : Les instruments ont beaucoup souffert des courants de poussière et de sable ; le premier contact n'a pas été observé, le temps s'éclaircissant seulement une minute avant le second contact ; la couronne a été visible pendant trois minutes et demie ; la totalité survint vingt secondes plutôt que le calcul l'avait prédit, et les fêtes à l'occasion de la visite de S. M. le roi d'Espagne ont empêché d'obtenir de la population intellectuelle le secours désiré. Le compte rendu est accompagné de trois Notes : M. W. H. Julius : *Sur la radiation de la couronne et du disque solaire*. La radiation minimale

observée, de $\frac{1}{200.000}$ de la radiation solaire ordinaire ($= \frac{2}{5}$ de la radiation de la Lune), doit être considérée

comme une limite supérieure de la radiation de la couronne en tant qu'elle n'était pas convertie au moment de l'éclipse centrale. M. A. A. Nyland : *La chambre à prisme*. M. J. H. Wilterdink : *Résultats obtenus à l'aide des deux spectrographes à fente*. Travaux préparatoires à Leyde, à Burgos. Résultats : à cause de trois perturbations différentes, le succès a été absolument négatif.

20 SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz : *Sur les bandes d'absorption et d'émission dans les corps gazeux*. En s'imaginant que les molécules des corps pondérables contiennent des particules qui peuvent acquies des mouvements vibratoires sous l'influence de rayons de lumière ou de chaleur, on peut rendre compte de la dispersion des couleurs, de l'absorption et de l'influence que certaines circonstances exercent sur les bandes ou raies d'absorption. Le rapport entre la dispersion et l'absorption est indiqué dans la théorie de la dispersion anormale due à Sellmeyer, Boussinesq et Helmholtz ; les idées de ces physiciens permettent une traduction immédiate dans le langage de la théorie électro-magnétique de la lumière, si l'on suppose que les particules vibrantes sont des charges électriques, c'est-à-dire que ces particules sont des électrons. Quant aux modifications des raies d'absorption, on a examiné par préférence celles qu'engendre un champ magnétique extérieur. Ainsi, M. W. Voigt a expliqué en détail le phénomène inverse de Zeeman et déduit de sa théorie l'existence de plusieurs autres phénomènes en rapport avec la décomposition magnétique des raies spectrales ; ces phénomènes ont été examinés plus tard à Amsterdam par MM. J. J. Halló (*Rev. génér. des Sciences*, t. XIV, p. 107) et J. Goest (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 110). La déduction des équations fondamentales de la théorie de M. Voigt ne dépend pas du mécanisme qui est la cause des phénomènes ; au contraire, M. Lorentz a fait voir (Rapports présentés au Congrès de Physique, 1900, t. III, p. 1) que la théorie des électrons peut servir de base à des formules s'accordant avec celles de M. Voigt et admettant les mêmes conclusions, pourvu qu'on se restreigne aux cas les plus simples. Ici M. Lorentz donne quelque extension à ces considérations ; de plus, il simplifie les formules fondamentales, en les transportant dans la forme qu'il a publiée dans ses articles dans l'Encyclopédie mathématique, t. I, Introduction, 2-4. Déduction des équations de mouvement de l'électron, 5-6. L'absorption engendrée par les chocs des molécules, distribués d'après les lois du hasard, 7-8. Equations fondamentales de la propagation d'une vibration électrique dans un corps, 9. Détermination

de la durée de vibration $\tau = 10^{-11}$ secondes dans le cas de l'absorption de rayons de chaleur obscure dans l'acide carbonique (d'après les données dues à Angström) et $12 \times 10^{-12} < \tau < 24 \times 10^{-12}$ dans le cas de l'absorption dans une flamme de soude (d'après les données de Halló), 10-11. Détermination du nombre des molécules $N = 6 \times 10^{17}$ dans le cas de l'acide carbonique et $N = 4 \times 10^{14}$ dans le cas de la flamme de soude, 12. Détermination de $\tau = 2,3 \times 10^6$ pour l'acide carbonique, $270 < \tau < 350$ pour la flamme de soude, 13. Densité $d = 1,3 \times 10^{-24}$ de la flamme de soude, 14. Comparaison de τ pour l'acide carbonique avec le temps $1,8 \times 10^{-10}$ entre deux chocs (à suivre). — Ensuite M. Lorentz présente au nom de M. R. Sissingh : *Déduction des équations fondamentales de la réflexion métallique dans la théorie de Cauchy*. Dans une communication précédente (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 964), l'auteur a fait voir que les théories de la réflexion métallique dues à Cauchy, Ketterer, Voigt et Lorentz mènent à des résultats identiques. Donc il faut que les deux relations entre l'indice de réfraction et le coefficient d'absorption dans les cas d'incidence normale et d'incidence oblique, fournies par les théories de Ketterer, Voigt et Lorentz, puissent être déduites tout de même de la théorie de Cauchy ; c'est ce que M. Sissingh démontre ici. — M. J. D. van der Waals (père) présente au nom de M. J. D. van der Waals (fils) : *Remarques par rapport à la Dynamique de l'électron*. Après avoir discuté les méthodes générales de la détermination du mouvement d'un électron dans un champ électromagnétique, l'auteur remarque que les forces magnétiques n'exercent point d'influence sur le mouvement d'un électron animé d'une translation sans rotation et admettant un axe de symétrie dans la direction de la vitesse, de manière que la force agissant sur l'électron est elle-même indépendante de la vitesse momentanée de l'électron. Au contraire, cette force dépend du mouvement précédent de l'électron, en tant que ce mouvement influence le champ électrique. Donc une discontinuité de la vitesse n'exige pas une discontinuité de la force extérieure, mais seulement une discontinuité de la dérivée de cette force d'après le temps. Ensuite, l'auteur s'occupe des résultats importants obtenus par M. A. Sommerfeld (*Göttinger Nachrichten*, 1904, p. 99 et 263 ; 1905, p. 201), surtout de ceux qui se rapportent à des vitesses plus grandes que celle de la lumière (*Ueberlichtgeschwindigkeit*). En particulier, il démontre que les conséquences paradoxales qu'on pourrait déduire de la thèse : « Les électrons dont la vitesse surpasse celle de la lumière ont une masse négative », ne se réalisent pas, parce qu'un accroissement de la force extérieure implique un accroissement de la vitesse et réciproquement. Enfin, l'auteur démontre que les électrons, qu'ils soient soumis à une force « quasi élastique » ou non, peuvent admettre des vibrations à des périodes du même ordre de grandeur que celle des vibrations de rotation examinées par M. Sommerfeld. Peut-être ces vibrations se présentent dans le spectre des rayons de Röntgen. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente : *Les points d'ébullition de solutions saturées dans les systèmes binaires admettant une combinaison*. Suite de la communication précédente (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 1064). — M. P. van Roomburgh présente aussi au nom de M. N. M. Cohen : *Sur l'existence de β -acétate d'amyrine dans quelques espèces de guttapercha*. — Ensuite M. van Roomburgh présente au nom de M. W. van Dorssen : *La réduction de l'acroléine et de quelques dérivés du s-divinylglycol (3:4-dihydroxy-4:5-hexadiène)*.

(A suivre.)

P.-H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Pierre Mégnin. — Le 31 décembre 1905 est mort à Vincennes, à l'âge de soixante-dix-sept ans, le savant parasitologiste, Pierre Mégnin.

Tout jeune encore, Mégnin, par son beau talent de dessinateur et son goût pour les Sciences naturelles, avait conquis la sympathie de Ch. Robin, qui l'associa à ses recherches sur les Acariens et l'aïda à conquérir sa situation de vétérinaire militaire.

Mettant à profit les matériaux que lui fournissait l'exercice de sa profession, il poursuivait patiemment d'importantes recherches sur la systématique et sur l'anatomie des Vers intestinaux, des Ixodes et des Acariens, parasites dont il accumulait peu à peu de riches et intéressantes collections. Tantôt seul, tantôt avec la collaboration de Robin et de Trouessart, il publia sur ces animaux une série de Mémoires qui font autorité dans la science.

Ses recherches sur la faune des cadavres attirèrent plus particulièrement l'attention du monde savant et celle des praticiens. C'est qu'à côté d'une foule de documents intéressants relatifs à l'éthologie des parasites et des nécrophages de tous ordres, ces publications, d'une grande originalité, ouvraient à la Médecine légale des voies nouvelles, et fournissaient à la Justice des indications précieuses dans une série de problèmes difficiles et souvent même jusqu'alors insolubles.

Tant d'œuvres remarquables ouvrirent à Mégnin les portes de l'Académie de Médecine; il était également membre de la Société de Biologie.

§ 2. — Astronomie

La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position. — Nous recevons de M. G. Bigourdan la lettre suivante :

« Votre excellente *Revue* vient de publier, sur l'emploi de la méthode des hauteurs égales en Astronomie de position, deux articles où les avantages de cette méthode sont mis en évidence¹.

« En raison même de ces avantages, il est peut-être utile de rechercher le principe de l'instrument qui a

été construit pour l'emploi de cette méthode. On en trouve l'indication complète, avec figures à l'appui (voir notamment la figure 8), dans un Mémoire de M. A. Beck, inséré en 1892 dans le n° 3102 des *Astronomische Nachrichten*. Ce Mémoire a, d'ailleurs, été analysé dans le *Bulletin Astronomique* de la même année, page 130.

« Permettez-moi d'ajouter que, pour perfectionner le principe de l'instrument employé, il reste à utiliser, pour chacune des deux images, l'ouverture entière de l'objectif; vous savez que maintenant chaque image est formée par un demi-objectif seulement.

« G. Bigourdan,

Membre de l'Institut,
Astronome à l'Observatoire de Paris. »

Photographies monochromatiques de la nébuleuse d'Orion. — A la suite d'études spectrographiques de la nébuleuse d'Orion, le Professeur Hartmann, de l'Observatoire de Potsdam, conçut l'idée de photographier cette immense formation à l'aide d'écrans ne laissant passer que des radiations bien déterminées.

La première pose fut obtenue au moyen d'un écran absorbant complètement toutes les longueurs d'onde plus courtes que λ 4.800, mais laissant passer avec H β les principales raies nébuleuses N $_1$ et N $_2$.

L'écran employé pour la seconde pose ne se laissait traverser que par les radiations comprises entre λ 3.880 et λ 3.740, tandis que dans le troisième cliché on obtenait surtout les radiations ultra-violettes au voisinage de λ 3.727.

Cette façon de sélectionner sur différentes plaques des régions bien déterminées du spectre a donné les meilleurs résultats, et les conclusions résultant des travaux de M. Hartmann sont excessivement intéressantes.

On peut remarquer, en particulier, que la radiation λ 3.727 est très intense dans toutes les parties de la nébuleuse; en certains endroits, elle est même presque la seule enregistrée. Son action photographique est telle que l'image apparaît dans beaucoup de régions où l'œil armé des plus puissants instruments ne peut même soupçonner une nébulosité.

La nébuleuse G. C. 1180, qui entoure l'étoile ϵ d'Orion, est à peine visible sur la photographie N $_1$ et N $_2$, mais elle apparaît très nettement sur le cliché obtenu en

¹ Voir la *Revue* des 30 novembre et 30 décembre 1905.

lumière ultra-violette; la photographie H₂ la montre encore plus brillante.

Ces actions diverses font croire à la présence d'au moins trois gaz dans la nébuleuse d'Orion: le premier émettrait les principales radiations nébulaires, le second la radiation de l'hydrogène et le troisième celle qui correspond à λ 3,727.

Cet exemple prouve le parti qu'on peut tirer de ces méthodes nouvelles pour l'examen de diverses régions du ciel, et il est à souhaiter que le Professeur Hartmann ait de nombreux imitateurs.

§ 3. — Météorologie

La région la plus pluvieuse d'Europe. — Les totaux annuels de pluie les plus élevés, jusqu'ici, en Europe, étaient de 4.310 millimètres et 3.390 millimètres, observés respectivement à Styhead-Pass et à Seathwaite, au Nord-Ouest de l'Angleterre; mais le Dr Kasser a publié, dans les *Petermann's Mitteilungen*, des recherches sur la région montagneuse située au Nord du golfe de Cattaro, Dalmatie, et en particulier sur Crkvice, station située à 1.097 mètres au-dessus du niveau de la mer. En ce dernier lieu, la moyenne annuelle en millimètres, de 1888 à 1900, est de 4.536 millimètres, répartis de la manière suivante par saisons :

Hiver 36 °; printemps 26 °; été 7 °; automne 31 °.

Dans toute la région, les mois les plus secs sont juillet et août; les stations situées le long de la côte reçoivent le plus d'eau en décembre et janvier, tandis que celles qui occupent les hauteurs ont leur maximum mensuel en octobre et novembre.

Le maximum en un jour date de 1901, avec 334 millimètres, et un total annuel de 6.135 millimètres; le maximum mensuel fut de 1.074 millimètres en novembre 1901, avec une condensation considérable vers la fin du mois :

21 Novembre.	42 mm	26 Novembre.	272 mm
22 — — — — —	8	27 — — — — —	174
23 — — — — —	106	28 — — — — —	174
24 — — — — —	42	29 — — — — —	104
25 — — — — —	115	30 — — — — —	112

On reste effrayé devant de telles chutes d'eau, si l'on songe qu'une région pluvieuse en France est caractérisée par une hauteur annuelle de 1.000 millimètres.

§ 4. — Art de l'Ingénieur

Prix de revient des installations hydrauliques. — Rien n'est plus indispensable, et cependant rien n'est plus difficile que de connaître les prix de revient obtenus dans l'industrie. Nous sommes donc heureux de reproduire, d'après le journal *l'Electrolyse*, quelques chiffres qui montrent les grandes proportions dans lesquelles varient les prix de revient d'installation des usines hydrauliques. Nous les avons groupés par série croissante. On verra que, du premier au dernier terme de la série, le prix d'installation varie de 212 à 1.800 francs par cheval, écart qui prendrait sa vraie signification s'il était possible de montrer, par une étude comparée, combien les conditions locales ont d'importance.

Nous noterons aussi dans chaque cas les installations qui sont seulement en projet ou en cours, et pour lesquelles les dépenses signalées peuvent être éventuellement dépassées, ce qui fait que le prix correspondant a une valeur moins absolue et moins certaine que les autres prix de la série :

1. — 212 francs. Usine de la Praz. Société de Froges : projet de l'Arc; puissance 13.000 chevaux.

2. — 214 francs. Chute du Giffre à Margnier; puissance moyenne 7.000 chevaux; valeur 1.500.000 francs à la Société du Giffre par un syndicat de Grenoble qui a fait environ 800.000 francs de travaux. Cette chute a été revendue par

la Société du Giffre à une Société anglaise, avec bénéfice de 1 million.

3. — 220 francs. Usine de Ghedde, Torrent de l'Arve, hauteur de chute 140 mètres, canal et galeries en tunnel de 1.790 mètres; deux conduites de 1^m, 40 de diamètre, 600 mètres de longueur chacune; 8.000 chevaux moyens.

4. — 220 francs. Chute de Saint-Michel-en-Maurienne, Torrent de la Valloirette, aménagé par MM. Chevrant, Bouvier et Joya; hauteur 130 mètres, débit 2 mètres cubes à 5 mètres cubes; puissance moyenne 4.000 chevaux.

5. — 230 francs. Chute de Gavet-Livet. Puissance 6 000 chevaux, achetée par la Société des Soudières électrolytiques Hulin et Cie.

6. — 235 francs. Chute du Rhin à Rheinfelden. Kraftübertragungs Rheinfelden Société au capital de 5 millions. Débit 325 mètres cubes, de 7^m, 30 en basses eaux, 6^m, 6 en grandes eaux. Puissance 17.000 chevaux; canal d'amener 1 kilomètre; prix de vente de l'énergie 0 fr. 86 le Kw.-heure pour force motrice.

7. — 270 francs. Chute de Saint-Béron, Torrent Le Guiers; hauteur de chute 40 mètres; débit 3 mètres cubes à 7 mètres cubes, deux conduites de 1^m, 20 de diamètre; puissance moyenne 3.500 chevaux.

8. — 300 francs. Chute de Grenade, sur le Rio Grail; canal d'amener de 5 kilomètres; débit moyen 2 mètres cubes; hauteur de chute 101 mètres; puissance moyenne 1.000 chevaux.

9. — 400 francs. Chute de Méran sur l'Isère, Tyrol; hauteur 60 mètres; débit 9 mètres cubes à 15 mètres cubes; puissance moyenne 5.000 chevaux; puissance utilisable 7.000 chevaux. La puissance est louée à raison de 24 florins par cheval-an.

10. — 420 francs. Chute d'Esparraguera Catalogne sur le Llobregat; canal d'amener de 6 kilomètres, débit de 16 mètres cubes à 30 mètres cubes; hauteur 12 mètres; puissance moyenne 2.500 chevaux.

11. — 600 francs. Usine d'Hauterive Suisse sur la Sarine; aménagée par l'Etat de Fribourg; hauteur de chute 50 mètres, canal d'amener 9.500 mètres, dont 8.900 mètres souterrain; puissance 5.000 chevaux; coût total de l'installation 3.000.000 de francs.

12. — 750 francs. Usine de Mansbove (Suède). Société de fabrication de chlorure de potasse; puissance 5.000 chevaux; coût de l'installation 1.300.000 francs.

13. — 760 francs. Chute de Ball Eif. Puissance en voie d'aménagement 20.000 chevaux, dépense prévue 1.620.000 fr. Cette chute va alimenter d'énergie électrique la ville de Stockholm, située à 160 kilomètres. La ligne est prévue pour 6.000.000 de francs et la station de transformation pour 720.000 francs, soit au total pour la transmission de fr. 6.720.000 francs (ce qui met le prix du cheval transmis à 760 francs).

14. — 800 francs. Chute de la Rivière Ertich (Ecosse). Projet amenant les eaux de la rivière Ertich, dans le Comté d'Inverness, jusqu'à sa jonction avec la rivière Leven; hauteur de chute 300 mètres, puissance moyenne 38.000 chevaux, dépense prévue 30.000.000 de francs.

15. — 1.800 francs. Chute de Jonage, Société des Forces motrices du Rhône.

§ 5. — Physique

Les rayons N. — M. E. Mascart a présenté le 15 janvier 1906 à l'Académie des Sciences une importante communication sur cette question, qu'il nous a paru intéressant de reproduire ici pour la confirmation qu'elle apporte aux expériences précédentes de M. Blondlot :

« La découverte des rayons N par M. Blondlot a provoqué d'abord de nombreuses expériences, publiées parfois trop hâtivement, et soulevé ensuite des objections qui ont été parfois jusqu'à la mettre en doute. Dans des expériences aussi délicates, il est permis de penser que les résultats négatifs ne constituent pas des arguments scientifiques et peuvent être attribués à l'insuffisance des appareils ou au défaut de préparation des opérateurs.

« Dès le début, j'avais en l'occasion de constater quelques-uns de ces phénomènes, sans faire de mesures, et j'ai demandé, il y a quelques jours, à M. Blondlot, de vouloir bien répéter, avec des précautions particulières, l'expérience de la réfraction, dans un prisme d'aluminium, des rayons N émis par une lampe Nernst.

« Le spectre de réfraction présente un certain nombre

de maxima d'intensité, assez larges d'ailleurs en raison des conditions de l'expérience, et qui ne comportent pas la précision des mesures optiques.

« L'écran qui porte la ligne de sulfure, préalablement éclairé, était monté sur le chariot d'une machine à diviser; on inscrivait le nombre marqué par l'index sur la règle chaque fois que l'observateur arrêtait le mouvement au maximum d'intensité. Voici les résultats obtenus par quatre observateurs différents dans une même région :

Blondlot . . .	382,4	"	391,5	398,4
Gutton . . .	"	387,2	393,0	399,0
Virtz . . .	381,0	386,9	392,3	398,2
Mascart . . .	383,4	387,0	391,0	397,0
Moyenne . .	382,4	387,03	391,9	398,15

« Dans une autre expérience, la machine a été déplacée de façon que le mouvement du chariot fût à peu près perpendiculaire aux rayons réfractés. Il a été convenu que l'opérateur ferait d'abord les pointés en marchant dans un sens, puis, après quelques tours de vis supplémentaires, reviendrait en sens contraire sur le même chemin. A chaque arrêt sur un maximum, je lisais la division de l'index à l'insu de l'observateur.

« M. Blondlot a ainsi obtenu :

→ 387,5	382,3	374,0	368,2	360,2	358,0	353,2
← 386,1	381,2	374,3	368,2	360,2	358,2	353,2
Moy. 386,8	381,75	374,15	368,2	360,2	358,1	353,2

« La lampe Nernst s'étant ensuite éteinte par rupture du circuit, cette série a été interrompue; elle comportait, d'ailleurs, trop de lectures pour des personnes moins exercées.

« Le prisme a été dirigé sensiblement pour le minimum de déviation relatif à une nouvelle position de la machine, et l'on a réduit l'étendue de la région explorée, afin d'éviter la fatigue des observateurs.

« Les lectures ont donné alors :

Blondlot . . .	{ 375,6	370,4	363,4	356,2	→
	{ 375,3	370,3	363,4	356,2	←
Moyenne . .	375,45	370,35	363,4	356,2	
Gutton . . .	{ "	371,4	364,2	356,1	→
	{ 371,8	367,4	361,3	356,6	←
Moyenne . .	374,8	369,4	362,75	356,35	
Virtz	{ 374,9	369,8	364,6	357,6	→
	{ 374,6	371,6	364,3	358,2	←
Moyenne . .	374,75	370,7	364,45	357,9	
Mascart . . .	{ "	372,0	"	356,0	→
	{ 376,3	371,0	"	356,0	←
Moyenne . .	376,3	371,0	"	356,0	

« Pour donner une idée de l'exactitude des expériences, j'ajouterai que, dans le dernier cas, la déviation était voisine de 30° et que 1 millimètre de l'échelle correspondait à 4' environ. Les conditions étaient de même ordre dans les autres séries. Les pointés de M. Blondlot, en particulier, sont toujours concordants à moins d'un demi-millimètre, sauf deux exceptions, de sorte que la position de chaque maximum était déterminée à moins de 2' près, soit 1/900 de la déviation.

« C'est seulement à titre d'indication que j'ai reproduit mes observations personnelles faites à l'improviste; il y a en réalité une excellente vue et un apprentissage spécial. Quant à l'ensemble des résultats, je le donne sans commentaire, laissant à chacun le soin de se faire une conviction. »

Dans la même séance, M. Mascart a présenté une Note de M. C. Gutton, maître de conférences à la Faculté

des Sciences de Nancy, qui débute en rappelant ces mots de M. Blondlot :

« Si, sur l'étincelle primaire d'un oscillateur hertzien, on fait tomber des rayons X, l'étincelle secondaire diminue. Il résulte de là que l'action des rayons X sur l'étincelle modifie le phénomène électrique lui-même. »

Les rayons X, abaissant la distance explosive, rendent moins énergique l'action du primaire sur le secondaire, ce qui diminue l'intensité de l'étincelle secondaire.

C'est cet effet que M. Gutton est arrivé à rendre très facilement visible et à photographier, en employant des électrodes de laiton. Cet alliage est assez dur pour prendre une forme régulière et le zinc qu'il contient rend l'étincelle riche en rayons photographiques. La

longueur de l'étincelle est de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{40}$ de millimètre ;

l'éclairement de la plaque est réglé à la valeur la plus faible qui commence à donner une impression photographique. Comme l'a montré M. Gutton (*Comptes rendus* du 27 février 1903), une très faible variation d'éclairement au voisinage de cette valeur critique produit une variation considérable dans l'action photographique. Les plaques employées sont des plaques Joula (bande verte) ou des plaques Lumière (bande bleue).

La Note de M. Gutton, accompagnée de figures, contient la description minutieuse des conditions de l'expérience. 37 essais concordants ont révélé un affaiblissement d'intensité de l'étincelle secondaire sous l'action des rayons X. Sur le cliché présenté à l'Académie par M. Mascart, les actions se traduisaient, dans un cas, par une tache très pâle, dans l'autre, par une tache sombre qui, à simple vue, pouvait paraître dix fois plus sombre que la précédente.

La mécanique des arcs voltaïques. —

On s'est habitué depuis longtemps à représenter les phénomènes se passant dans une portion donnée de conducteur électrique au moyen d'un invariant dit résistance électrique, invariant dont la relation avec la tension aux bornes et l'intensité de courant stationnaire est exprimée par la loi d'Ohm. Or, malgré l'utilité incontestable de cette méthode, l'on ne peut s'empêcher de contester à la loi d'Ohm son caractère absolu et de la reléguer au rôle de formule d'interpolation à application limitée.

Dans un Mémoire publié dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (n° 35 et 36, 1903), M. H. Th. Simon, professeur à l'Université de Göttingue, conseille de remplacer la méthode précédente par la considération de ce qu'il appelle la caractéristique de la portion de conducteur en question, à savoir $e = fI$, c'est-à-dire la relation entre la tension aux bornes e et l'intensité de courant I , relation qu'il s'agit d'établir par l'expérience dans chaque cas donné. Dans le cas le plus simple, la courbe représentative de cette fonction se réduit à une ligne droite passant par le zéro des coordonnées et ayant pour équation $I = e$; c'est alors qu'on se trouve ramené à la loi d'Ohm.

Après avoir complété à plusieurs points de vue la théorie des courbes caractéristiques, l'auteur se sert de ses résultats pour élucider certains phénomènes se passant dans l'arc voltaïque. Il donne deux méthodes pour trouver ce qu'il définit *caractéristique dynamique* de l'arc, et c'est au moyen de ces méthodes qu'il trouve l'existence d'un phénomène d'hystérèse de l'arc voltaïque, analogue au phénomène bien connu dans le cas des circuits magnétiques. Cette hystérèse spéciale se trouve dépendre des conditions de l'expérience.

M. Simon établit et discute ensuite, sur la base de la théorie ionique, une théorie exacte des phéno-

¹ R. BLONDLOT: Nouvelles expériences sur l'enregistrement, au moyen de la photographie, de l'action exercée par les rayons X sur une étincelle électrique. (*Rev. gen. des Sciences* du 30 août 1903, p. 727.)

mènes de l'arc voltaïque. Cette théorie sert à l'interprétation des résultats expérimentaux, en même temps qu'elle fournit une explication satisfaisante de beaucoup d'observations faites sur les arcs voltaïques à courant alternatif et les décharges disruptives. Le phénomène dit de *retard à la décharge* et la différence spécifique qu'on note dans la manière de se comporter des arcs métalliques et des arcs à charbons se réduisent à de simples facteursatifs.

Le phénomène de l'arc *chantant* de Puddell se trouve, enfin, être dû à l'hystérèse de l'arc voltaïque.

§ 6. — Chimie photographique

Nouvelles recherches de Photométrie photographique. — MM. Carlo Cesari et Cesare Manicardi se sont récemment livrés à une double série d'études sur les applications possibles de la photographie à la photométrie. La question n'est pas nouvelle, mais les résultats obtenus expérimentalement n'en sont pas moins des plus intéressants.

Dans la pratique, il s'agit de comparer des sources lumineuses à d'autres, choisies comme types unitaires ou multiples de l'unité. Or, la comparaison entre une source lumineuse étalon et une autre source lumineuse quelconque peut se faire au moyen de la photométrie photographique en faisant l'analyse quantitative du dépôt d'argent dans les plaques impressionnées par l'action des deux lumières. Il est cependant utile que l'opération se fasse d'une manière rapide pour conduire à des résultats certains. C'est ce but qu'ont essayé d'atteindre les deux expérimentateurs.

Pour réunir les conditions les plus favorables à leurs expériences, et en tenant compte du fait que la quantité d'argent déposée n'est pas proportionnelle au temps de pose, ils décidèrent de maintenir ce temps toujours constant par rapport à la distance entre l'objectif et la source lumineuse, par rapport aussi au temps de développement des négatifs.

Pour obvier à l'inconvénient d'obtenir des images de formes diverses, suivant les sources lumineuses, l'objectif de l'appareil photographique fut supprimé et remplacé par un système de lentilles approprié, destiné à envoyer normalement sur la plaque des rayons parallèles. On aurait pu même n'employer que l'ouverture circulaire où se loge l'objectif. Les expérimentateurs ont essayé les deux méthodes et les résultats ont été exactement proportionnels. Cependant, ils ont donné la préférence à la première méthode, parce que le contour circulaire de la tache de dépôt se montre plus nettement sur la plaque. Toutefois, dans les deux cas, la surface de la plaque est impressionnée d'une façon homogène.

La détermination de la quantité d'argent métallique libérée par l'action d'une source lumineuse peut se faire par deux méthodes, soit indirectement, soit directement.

La méthode indirecte, au lieu de donner la quantité de métal libérée par l'action de la lumière, fait connaître la quantité non décomposée en se basant sur l'action dissolvante de l'hyposulfite de soude pendant le fixage du négatif. Quoique cette méthode semble très pratique et ait l'avantage de permettre la conservation du négatif, elle présente cependant deux inconvénients pour les purs et y a renoncé. En effet, si l'on veut faire une comparaison, l'on se heurte à la difficulté de savoir si les deux plaques à impressionner contiennent la même quantité de sel d'argent, chose nécessaire puisque c'est de là qu'on tirera par différence des conclusions sur l'argent réduit et fixé sur le négatif. En outre, la réaction de l'argent non réduit dissous dans l'hyposulfite est très longue.

Les expérimentateurs se sont donc uniquement servis de la méthode directe. Dans cette méthode, on traite la pellicule photographique du négatif étuvé par une certaine quantité d'acide nitrique et l'on chauffe à une température pas trop élevée jusqu'à dis-

solution complète de la pellicule dans l'acide. L'acide nitrique, outre qu'il transforme l'argent métallique en nitrate d'argent, sert à détruire, par son action oxydante, la substance organique de la couche sensible. Lorsque la pellicule est complètement dissoute et la substance organique décomposée, on dessèche la solution dans une capsule de porcelaine au bain-marie. Cela fait, on reprend le résidu par quelques gouttes d'acide nitrique et par l'eau distillée. On obtient ainsi une solution qui se prête parfaitement à l'analyse quantitative volumétrique.

La substance ainsi préparée donne, par traitement au chromate de potasse et à la solution décimale d'acide chlorhydrique, et en fonction du poids moléculaire des composés formés dans les réactions chimiques, le poids de l'argent métallique libéré, poids qui peut être précisé avec une approximation d'un centième de milligramme.

En employant la méthode qui vient d'être décrite, une quinzaine de minutes suffisent pour obtenir les données photométriques cherchées. On photographie la source lumineuse étalon et la source à comparer, en respectant, bien entendu, les conditions de constance indiquées précédemment; puis on procède rapidement à la détermination de l'argent fixé. Comme on le sait, l'action actinique sur le bromure d'argent ordinaire est essentiellement dépendante des rayons bleus et violets du spectre. De là il résulte que les recherches de MM. Cesari et Manicardi n'ont de valeur absolue que pour une zone des radiations spectrales. Cette circonstance n'a pas échappé aux expérimentateurs, et dans le but d'appliquer leur procédé à la comparaison de lumières de couleurs différentes, ils ont entrepris une seconde série d'essais en se servant, cette fois, de plaques spéciales.

Comme unité photométrique, les expérimentateurs ont employé la lampe Carcel, d'un pouvoir lumineux constant de 9 *Parliamentaris Standard Candle*. Des expériences répétées ont montré qu'on obtient avec une telle lampe un dépôt d'argent de 0 gr. 0020, soit approximativement 0 gr. 00022 par bougie. Voici maintenant les résultats de la première série d'expériences avec plaques ordinaires Capelli :

Une flamme à gaz, type Bengel, à tube pression, 15 millimètres; consommation, 105 litres; équivalence au carcel par le photomètre ordinaire, a donné un dépôt d'argent de 0 gr. 0019 dans une première expérience; 0 gr. 00195 dans une seconde; 0 gr. 0019 dans une troisième. Une flamme libre en écoulement n° 7 à gaz (pression, 28 millimètres; consommation, 180 litres; valeur au photomètre ordinaire, 1,20 carcel) donne respectivement dans deux expériences des dépôts de 0 gr. 00242 et 0 gr. 00240 d'argent.

Une flamme libre à gaz, bec n° 6 (pression, 28 millimètres; consommation, 125 litres; valeur au photomètre ordinaire, 1 carcel) donne respectivement dans trois expériences des dépôts d'argent de 0 gr. 0019.

Un bec à gaz circulaire à tube pression, 28 millimètres; consommation, 200 à 250 litres; valeur au photomètre ordinaire, 1,8 carcel) donne un dépôt d'argent de 0 gr. 0036 dans la première expérience et 0 gr. 0033 dans deux expériences subséquentes.

Dans la seconde série d'expériences, les auteurs ont employé des plaques panchromatiques et orthochromatiques, avec ou sans écrans colorés. Les plaques employées étaient les panchromatiques Lumière et les orthochromatiques Capelli.

Parmi toutes les marques et qualités de plaques essayées, ce sont les panchromatiques qui méritent le plus d'attention, car elles réduisent la ligne de l'intensité à une droite qui s'écarte peu de la courbe que l'on pourrait obtenir avec les photomètres communs et qui a évidemment l'avantage de maintenir la proportionnalité entre le dépôt d'argent et l'intensité lumineuse, proportionnalité qui n'a pas l'unité pour coefficient, mais une constante facile à déterminer puisqu'elle est fonction de l'angle d'inclinaison, etc.

Lorsqu'il n'est pas possible de faire les essais avec ces plaques, on peut employer les orthochromatiques avec écran jaune orange clair. A défaut de celles-ci, on utilise les orthochromatiques avec écran vert herbe, mais on évitera absolument les plaques ordinaires, trop inégales.

Voici maintenant les chiffres obtenus en procédant à trois expériences avec chacune des quatre catégories de plaques qui viennent d'être citées.

Avec plaques panchromatiques, une lampe Carcel a donné respectivement, pour les trois expériences, des dépôts d'argent de 0 gr. 004158, 0 gr. 004163 et 0 gr. 004161; une flamme libre en éventail (consommation, 125 litres; valeur au photomètre, 1,3 carcel) donne 0 gr. 00610, 0 gr. 00630 et 0 gr. 00648; un bec à gaz circulaire à tube (consommation, 200 litres; valeur photométrique, 1,8 carcel) donne des dépôts respectifs de 0,00701, 0 gr. 00720 et 0 gr. 00739; enfin un bec Auer n° 2 (consommation, 110 litres) donne 0 gr. 02250, 0 gr. 02245 et 0 gr. 02260.

Avec plaques orthochromatiques et écran vert herbe, la lampe Carcel donne des dépôts respectifs de 0 gr. 002169, 0 gr. 002200 et 0 gr. 002142; la flamme libre en éventail donne 0 gr. 002900, 0 gr. 002890 et 0 gr. 002910; le bec à gaz circulaire donne 0 gr. 003400, 0 gr. 003410 et 0 gr. 003342; enfin le bec Auer n° 2 donne 0 gr. 010010, 0 gr. 010000 et 0 gr. 010002.

Avec plaques orthochromatiques et écran jaune-orange clair, la lampe Carcel donne 0 gr. 001854, 0 gr. 001832 et 0 gr. 001835; la flamme libre en éventail donne 0 gr. 002042, 0 gr. 002009 et 0 gr. 002010; le bec circulaire donne 0 gr. 003100, 0 gr. 003140 et 0 gr. 003069; enfin le bec Auer donne 0 gr. 009200, 0 gr. 009601 et 0 gr. 009020.

Avec plaques ordinaires, la lampe Carcel donne des dépôts respectifs de 0 gr. 00200 pour les trois expériences; la flamme libre en éventail donne: 0 gr. 00210, 0 gr. 00209 et 0 gr. 00210; le bec à gaz circulaire donne 0 gr. 00320, 0 gr. 00324 et 0 gr. 00317; le bec Auer n° 2 donne: 0 gr. 00600, 0 gr. 00602 et 0 gr. 00589; une flamme libre type Bengel (consommation, 105 litres; valeur au photomètre, 1 carcel) donne des dépôts de 0 gr. 00190, 0 gr. 00195 et 0 gr. 00190; enfin, une autre flamme libre en éventail (consommation, 180 litres; valeur au photomètre, 1,2 carcel) donne des dépôts de 0 gr. 00280, 0 gr. 00282 et 0 gr. 00280.

Dans toutes les expériences faites avec les becs à gaz, la pression était de 20 millimètres.

Ces quelques chiffres montrent mieux que de longs commentaires la valeur du nouveau procédé. Grâce à sa simplicité et à son exactitude très suffisante, il rendra de grands services dans la pratique industrielle.

§ 7. — Chimie biologique

Sur la fibrinogénine. — Lorsqu'on fait agir sur une solution de fibrinogène dite pure, préparée d'après les procédés recommandés par Hammarsten, une solution de fibriniférent, on obtient une transformation du fibrinogène dissous en fibrine précipitée en filaments. Ces filaments étant séparés par expression et filtration du liquide dans lequel ils se sont déposés, on peut reconnaître sans peine dans ce dernier la présence d'une substance protéique dissoute, appartenant au groupe des globulines et coagulant à la température de 64°. Hammarsten et la plupart des physiologistes admettent que cette substance ne préexistait pas dans la solution de fibrinogène, qu'elle dérive du fibrinogène comme la fibrine et en même temps que la fibrine; que, par conséquent, le fibriniférent dédouble le fibrinogène en deux substances nouvelles, la fibrine précipitée, et la fibrinoglobuline dissoute.

Cette conception du phénomène de la coagulation fibrineuse ne serait pas exacte, d'après M. W. Huiscamp: la fibrinoglobuline ne serait pas un corps de nouvelle formation; elle préexisterait dans le fibrinogène; on ne l'y aurait pas décelée jusqu'à ce jour, parce que les

agents employés pour précipiter les liqueurs fibrinogénées entraînaient à la fois les deux substances.

M. W. Huiscamp ajoute à une solution de fibrinogène 2 à 3 volumes d'une solution saturée de fluorure de sodium et en précipite une masse albumineuse qui, redissoute et coagulée, ne fournit qu'une faible proportion de fibrinoglobuline. La substance albumineuse restée en solution en présence du fluorure de sodium fournit, au contraire, après coagulation une forte proportion de fibrinoglobuline. Cette expérience de précipitation par le fluorure de sodium conduit donc à penser que la liqueur primitive contenait un mélange de fibrinogène et de fibrinoglobuline, cette dernière moins facilement précipitable par le fluorure de sodium que le fibrinogène.

M. W. Huiscamp va plus loin dans sa démonstration: recueillant le précipité obtenu par addition de 2 à 3 volumes d'une solution saturée de fluorure de sodium, il le redissout dans l'eau salée à 3-5 %, en présence d'une trace d'ammoniaque, et il précipite de nouveau par le fluorure de sodium. En répétant quelquefois ces manipulations, il obtient une solution fibrinogénée capable de coaguler typiquement, et ne contenant après coagulation aucune trace de fibrinoglobuline.

La coagulation fibrineuse ne résulterait donc pas d'un dédoublement du fibrinogène, mais d'une transformation moléculaire du fibrinogène.

§ 8. — Biologie

L'Année biologique. — Nous avons le plaisir d'annoncer que, malgré la disparition de la librairie qui éditait l'*Année Biologique* de M. Yves Delage, cet important recueil va continuer à paraître, grâce au sacrifice que s'impose à cet effet l'éminent professeur de Zoologie à la Sorbonne. Le huitième volume vient d'être publié et mis en vente par la librairie Le Soufflier et Cie. Nos lecteurs en trouveront prochainement l'analyse dans la partie bibliographique de la *Revue*.

Le Poisson conservé par le froid. — Des expériences sur la conservation du poisson par la neige et les chambres frigorifiques viennent d'être faites par M. Gruvel, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux et chef de la Mission des Pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique. Elles ont duré vingt-trois jours et ont démontré qu'il est possible de transporter de la Côte d'Afrique en France du poisson frais (Soles, Mulets, Grondins, Dorades, etc.), en parfait état de conservation et avec sa valeur commerciale, comme s'il était pêché sur la côte de France ou de Portugal.

Les Langoustes cuites sur place et placées en chambre froide à 0° sont aussi fines que si l'on venait de les préparer. La dégustation de ces animaux a eu lieu dans un restaurant parisien par tous les membres d'une Commission spéciale et un certain nombre d'industriels et de commerçants.

§ 9. — Physiologie

Sur le diabète expérimental. — On admet, depuis les expériences classiques de Minkowski et de von Mering, que l'extirpation de la plus grande partie du pancréas, pratiquée chez le chien, détermine l'apparition d'une abondante glycosurie, persistant jusqu'à la mort de l'animal en expérience, que celui-ci soit alimenté ou soumis au jeûne absolu, qu'il ingère des hydrates de carbone, des graisses ou seulement des substances protéiques.

Cette notion, généralement admise, a été combattue récemment de divers côtés. On ne nie pas que les choses se passent, en général, comme l'indiquent Minkowski et von Mering, mais on prétend que, dans quelques cas au moins, l'ablation du pancréas n'est pas suivie de glycosurie persistante.

Or, dans l'opération telle que la pratiquaient Minkowski et von Mering, et après eux la plupart des phy-

siologues, on n'enlève pas la totalité du pancréas; on en laisse toujours quelques parcelles au voisinage du duodénum. Est-ce à la présence de ces parcelles que doivent être attribuées les exceptions à la règle signalées par quelques savants?

Le Professeur O. Witzel a réalisé treize fois avec succès l'extirpation absolue totale du pancréas chez le chien; treize fois, la glycosurie s'est établie et a persisté jusqu'à la mort, malgré le jeune absolu auquel ont été soumis les animaux opérés.

Le Professeur P. Schultz et le Dr G. Zuelzer ont pratiqué vingt et une fois avec succès l'extirpation totale sur le chien; vingt et une fois la glycosurie s'est établie et a persisté jusqu'à la mort de l'animal, que ce dernier ait été nourri ou soumis au jeune absolu.

MM. P. Schultz et Zuelzer ont vérifié à l'autopsie que l'ablation avait été réellement totale dans les 21 cas. Or, dans aucun de ces 21 cas ils n'ont noté la polydypsie, la polyphagie et la polyurie qu'on observe dans le cas d'ablation presque totale du pancréas; ces trois symptômes permettent donc déjà, pendant la vie de l'animal, de juger si l'ablation a été ou n'a pas été totale.

L'ablation absolue totale est considérée par MM. P. Schultz et Zuelzer comme une des opérations les plus difficiles de la chirurgie physiologique, mais elle peut cependant être réalisée sans trop de déchet, si l'on prend des précautions antiseptiques suffisantes et si l'on emploie des sujets de la race fox-terrier.

Ces recherches nouvelles mettent donc hors de doute la conclusion de Minkowski et de von Mering : l'ablation totale du pancréas, pratiquée chez le chien, provoque l'apparition d'une glycosurie persistant jusqu'à la mort, que l'animal soit nourri ou soumis au jeune absolu; toutes les fois que la glycosurie ne se produit pas ou ne persiste pas jusqu'à la mort sans discontinuité, c'est que l'ablation du pancréas n'a pas été totale.

§ 10. — Géographie et Colonisation

Le Service géographique de l'Afrique occidentale française. — Dès 1903, le Gouverneur général de l'Afrique occidentale, frappé de la quantité de travaux topographiques produits en Afrique, sans direction ni méthode, résolut de créer un Service géographique. Le capitaine Carvois fut chargé de la création de ce service. Sous sa direction et grâce au zèle de ses collaborateurs, une portion notable du territoire sénégalais a fait l'objet de levés réguliers. Aussi les deux premières feuilles de la carte du Sénégal au 400.000^e viennent d'être imprimées par le Service géographique de l'Armée.

On estime que dans trois ans les vingt et quelques feuilles qui constituent la carte du Sénégal seront parues. Ce sera la première carte scientifiquement établie de notre colonie de l'Afrique occidentale.

Les Puits artésiens dans le Sud algérien. — Le capitaine Rousse, qui avait été chargé d'une Mission de recherches hydrauliques dans le Sud algérien, vient de remettre au Gouverneur général de l'Algérie son rapport sur les sondages effectués dans les territoires du Sud pendant l'année 1904-1905.

Un atelier spécial pour recherches d'eau à grande profondeur (jusqu'à 600 mètres) a été constitué au nord de l'oasis de Sidi-Okha (cercle de Biskra). Deux ateliers anciens, l'un à Biskra, l'autre à Touggourt, ont été réorganisés et réunis aux communes indigènes. Ils ont créé, sur quatorze points, des puits qui arrivent à donner 20.000 litres d'eau à la minute, permettant ainsi, dans les conditions les meilleures, l'irrigation de plus de 100.000 Palmiers qui donnent à leurs propriétaires un revenu annuel de plus de 600.000 francs. D'autres ateliers fonctionnent aussi dans la région d'Onargla et dans celle des oasis sahariennes Tidikelt, Touat, Gourara. Afin de continuer cette œuvre utile,

M. Jonnart vient de prescrire la création de nouveaux ateliers de sondage.

Des reconnaissances géologiques ont également eu lieu dans le Sud. M. Fiecher, professeur à l'Ecole des Sciences, a étudié au point de vue hydrologique les régions de Beni-ounif et d'El-Aricha. M. Flamand, directeur adjoint du Service géologique, a reconnu le cercle de Djelfa. Ces études seront continuées en 1906, et le capitaine Rousse doit désigner les forages à faire dans les oasis de Ghamra et de Sidi-Rached.

Non seulement cette conquête progressive sur le désert tend à augmenter les richesses naturelles de l'Algérie, mais elle est aussi de nature à augmenter notre influence sur les indigènes. C'est bien, en effet, le meilleur moyen de faire sentir les bienfaits de notre civilisation que d'augmenter le bien-être de ces indigènes et de satisfaire à leurs intérêts matériels.

§ 11. — Enseignement

L'enseignement pédagogique à l'Université de Paris. — On vient d'inaugurer au Musée pédagogique un enseignement nouveau et d'une réelle importance, puisque son but est d'aider à perfectionner l'éducation professionnelle des futurs professeurs des Lycées et Collèges. Cent cinquante jeunes hommes, tous étudiants de l'Université de Paris, tous candidats aux diverses agrégations, normaliens de deuxième et de troisième années, étudiants des Facultés des Lettres et des Sciences, répétiteurs des lycées, y étaient réunis sous la présidence de M. Liard, vice-recteur, assisté de M. Lavisse, directeur de l'Ecole Normale, de MM. Croiset et Appell, doyens des Facultés, de M. Bayet, directeur de l'Enseignement supérieur, et de M. Rabier, directeur de l'Enseignement secondaire.

On sait que, parmi les résolutions prises en 1902 par les Pouvoirs publics pour mener à bien la réforme de l'enseignement secondaire, certaines visaient plus spécialement la préparation des professeurs. Le premier acte accompli dans ce sens a été la réunion, dès l'an dernier, de l'Ecole Normale à l'Université de Paris. Puis ce fut la réorganisation du concours d'agrégation; à partir de 1907, les candidats à l'agrégation devront justifier d'abord d'une licence, puis d'un diplôme d'études supérieures; enfin, le concours sera simplifié et aura, avant tout, un caractère professionnel.

Dès cette année, les études en vue des diplômes supérieurs (Mathématiques, Physique et Chimie, Sciences naturelles, Philosophie, Lettres, Histoire, Grammaire, Langues et Littératures vivantes) sont organisées à la Faculté des Lettres et à la Faculté des Sciences. Mais il restait à pourvoir à la préparation pédagogique. C'est ce qu'a réalisé un projet élaboré par M. Liard, avec l'aide d'une Commission du Conseil de l'Université de Paris. Et c'est la mise en œuvre de cette préparation qui vient de se faire au Musée pédagogique.

Tout d'abord, M. le Professeur Langlois, directeur du Musée pédagogique, a exposé et discuté les objections faites en France et à l'Etranger contre l'utilité d'un enseignement pédagogique.

Puis, M. Lavisse est venu dire sa confiance en l'efficacité de l'éducation professionnelle. Il a rappelé que, de son temps, les futurs professeurs n'en recevaient aucune, et raconté les erreurs qu'il a commises à ses débuts lorsqu'il croyait que le professeur d'histoire doit faire de longues leçons et tous les frais de la classe, sans se soucier de savoir si l'élève le comprend, sans faire travailler et penser l'élève. Il s'est reproché d'avoir été inhabile à approprier son enseignement aux forces intellectuelles des jeunes écoliers.

« J'ai donné, a-t-il dit, dans la classe de troisième, des sujets de composition que je ne citerai pas, parce qu'il me semble qu'ils ont été donnés par un imbécile. » Ces fautes, il les aurait évitées si, au cours de ses études, dans un stage bien dirigé par un maître expérimenté, il avait été mis en présence de vrais élèves.

« Une autre chose m'a manqué, dit-il, c'est de connaître l'histoire et la philosophie de mon métier. Tout homme de tout métier devrait savoir cette philosophie et cette histoire. L'école populaire devrait apprendre au futur paysan et au futur ouvrier l'histoire de sa condition à travers les âges ; il verrait d'où il vient, où il est arrivé, le sens de sa marche. Il s'intéresserait à cet enseignement, puisque c'est de lui qu'il s'agit, et, tout en descendant son chemin, à travers les siècles, il entreverrait l'évolution de la société humaine. Cela vaudrait mieux que d'occuper sa mémoire de quantité d'incidents et de phénomènes dont le cliquetis ne fait que rider la surface de la vie profonde.

« Cette chose qui nous a manqué ne vous manquera point. Au cours de M. Durkheim, vous apprendrez, vous, futurs professeurs de l'enseignement secondaire national, comment cet enseignement a commencé en France. Vous verrez comment il s'est transformé jusqu'à nos jours avec les mœurs, les idées et les besoins. Ce sera, d'un point de vue déterminé, une vue sur l'histoire de la civilisation. Commencez cette étude avec la disposition d'esprit d'un homme qui veut savoir aussi bien que possible la raison de sa fonction. Croyez-moi, il est utile de savoir cette raison. Vous êtes occupés à présent de votre éducation scientifique, mais aussi de vos examens, de l'âpre concurrence de vos concours ; plus tard, vous le serez de votre avancement dans la carrière ; plus tard encore, vous vous disputerez des honneurs, des fauteuils peut-être. Tout cela est une source d'inquiétudes, de souffrances même. Mais la concurrence, c'est la vie extérieure ; prenez soin de votre vie intérieure, dont un des éléments est de connaître à quoi vous servirez sur la terre. Savoir qu'on est utile, cela fait plus que d'aider à vivre ; cela met dans la vie une dignité, la paix, et même, à de certaines heures, de la joie. »

M. Lavissee a montré que cet enseignement aurait encore une autre utilité : celle de prémunir contre l'immobilité et l'inertie. Car, le chemin que nous parcourons ne s'arrête pas brusquement à nos pieds, et les générations n'ont pas marché pendant des siècles pour nous donner le droit de nous asseoir. L'histoire philosophique du métier d'éducateur prédispose à continuer la route en regardant autour de soi, à tenir compte des nouveaux faits et des besoins nouveaux, à devenir par suite des conseillers élevés dans le débat toujours ouvert sur l'éducation.

« Je suis, ajoute enfin M. Lavissee, heureux plus que je ne peux dire, de vous voir rassemblés, normaux, sorbonniens, maîtres répétiteurs, de vous voir rassemblés, scientifiques et littéraires, tous étudiants de notre Université de Paris, unis par ce beau titre et par la belle vocation commune. Je me réjouis de voir les barrières de tant de compartiments, ces barrières par-dessus lesquelles on échangeait des sentiments médiocres, tombées enfin. C'est un de mes plus vieux rêves qui commence à devenir une réalité, qui achèvera de le devenir, si vous le voulez bien, car nous ne pouvons rien sans l'assentiment, sans l'adhésion de vos intelligences et de vos consciences. Vous nous la donnerez, si vous voulez bien, réfléchissant chacun dans le tête-à-tête avec soi-même, vous convaincre que nous vous offrons le moyen d'être à la fois utiles aux autres et bienfaisants à vous-mêmes. »

Enfin, M. Liard, après avoir rappelé, lui aussi, ses débuts inexpérimentés, a exposé l'organisation adoptée à l'Université de Paris pour la préparation professionnelle des futurs professeurs. Cette préparation sera à la fois théorique et pratique, la partie théorique étant réduite à l'essentiel. L'enseignement théorique se fera une année ; l'enseignement pratique une autre année. Cette division est nécessaire afin de séparer nettement, dans la préparation pédagogique, ce qu'elle a de général et ce qu'elle doit avoir de spécial. D'ailleurs, elle correspond à la division des études après la licence : une année pour le diplôme d'études supérieures, une année pour l'agrégation proprement dite.

« Ces deux degrés d'études, dit M. Liard, ont chacun ses exigences, son caractère et son labeur. Il serait bon, après la licence et avant l'agrégation, de laisser une année entière les jeunes esprits au souci exclusif de la science et dans la pleine liberté qu'elle comporte. Mais, pour le faire, il faudrait refouler sur la troisième année toute étude théorique et pratique de pédagogie, au risque ou bien de surcharger à l'excès une année déjà trop lourde, ou bien, ce qui serait plus probablement le résultat, de sacrifier les études pédagogiques et professionnelles en les condensant à l'excès sur une unique année, sur celle où le souci principal des candidats va surtout au concours.

« A condition de ne pas les élargir à l'excès, il a paru qu'il y aurait tout avantage à faire coïncider les études générales avec la préparation aux diplômés supérieurs. Celle-ci ne sera pas tellement absorbante qu'elle ne puisse laisser aux étudiants assez de loisirs de temps et d'esprit pour vaquer un peu à d'autres occupations. D'ailleurs, même en cette année, consacrée à des études scientifiques, il ne sera ni inutile, ni mauvais de leur rappeler ainsi que leur destination est d'être professeurs. »

M. Liard expose que les études théoriques générales de Pédagogie seront communes à tous les candidats aux diverses agrégations, de l'ordre des Sciences et de l'ordre des Lettres. Puis, l'année suivante, seront faites les études théoriques spéciales propres à chaque groupe de candidats, les méthodes particulières de chaque discipline (Philosophie, Histoire, Lettres, Grammaire, Mathématiques, Sciences physiques et naturelles). Enfin, un stage pratique sera fait dans les lycées, après visite de quelques écoles primaires.

L'axe de cet enseignement nouveau sera un cours de M. Durkheim sur la formation et le développement de l'enseignement secondaire en France (une leçon par semaine). Cet enseignement principal sera complété par une série de conférences (une tous les quinze jours), faites par des personnes diverses, renouvelées autant que possible. Dans ces conférences seront traitées des questions intéressant tous les futurs professeurs, à quelque ordre d'enseignement qu'ils doivent ensuite appartenir ; par exemple, quelques avis sur la psychologie de l'enfant et de l'écouleur.

Tout professeur, en effet, est un médecin d'intelligences enfantines ; il n'a donc pas le droit d'ignorer qu'il existe des maladies de l'intelligence et de la volonté chez les enfants et que le maître doit y veiller et en tenir compte dans son action sur les élèves. Quelques conseils sur l'hygiène de la classe ne seront pas non plus inutiles. Ce sont là des questions qui préoccupent à juste titre les familles et desquelles un professeur n'a pas le droit de se désintéresser. Il sera bon également de donner à ce dernier quelques renseignements sur l'organisation administrative de l'enseignement public, particulièrement sur celle des lycées.

Enfin, on indiquera les traits essentiels des types principaux de l'enseignement secondaire à l'Etranger : M. Ch.-V. Langlois présentera le type américain ; M. Boutroux, le type allemand ; et il sera fait appel à un professeur anglais pour le type anglais.

Avec une telle organisation, cet enseignement, bien que nouveau, ne pourra que donner de bons résultats.

E. Caustier.

Bourses commerciales de séjour à l'Etranger. — Le Ministre du Commerce vient d'accorder des bourses de séjour à l'Etranger aux jeunes gens dont les noms suivent :

M. Gissot, ancien élève de l'Ecole supérieure de Commerce de Paris, avec résidence à Valparaiso ;

M. Pagez, ancien élève de l'Ecole supérieure de Commerce de Montpellier, avec résidence à Tanger et Casablanca (Maroc) ;

M. Heydenrich, employé de commerce, avec résidence à New-York.

L'HYSTÉRÉSIS MAGNÉTIQUE¹

DEUXIÈME PARTIE :

L'AIMANTATION DANS UN CHAMP QUI VARIE RAPIDEMENT

I. — DIGRESSION SUR LA VISCOSITÉ EN GÉNÉRAL.

Tout ce que nous avons dit jusqu'ici¹ se rapporte à des modifications infiniment lentes, à des modifications au cours desquelles l'équilibre magnétique peut être regardé comme établi à chaque instant; les règles précédentes composent, en somme, une *Statique magnétique*.

Or, toutes les modifications qu'il est possible de réaliser sont produites avec une certaine vitesse; parmi ces modifications, il en est de fort intéressantes, qui sont très rapides. Ce n'est donc point, dans la plupart des cas, les corollaires de cette Statique qu'il nous sera possible de comparer à l'expérience, mais bien les propositions que formule la *Dynamique magnétique*. Il s'agit, dès lors, de fixer les lois de cette Dynamique.

Comment y parviendrons-nous, si ce n'est en analysant la méthode qui permet, en général, de passer d'une Statique à la Dynamique correspondante, et en appliquant cette méthode à l'étude du Magnétisme?

L'étude du mouvement local a, la première, fourni à d'Alembert l'occasion d'inventer un procédé qui permet de passer de la Statique à la Dynamique; on sait communément en quoi consiste ce procédé; rappelons-le en peu de mots.

Lorsqu'un point matériel se meut librement sous l'action d'une force, le produit de la masse du point par l'accélération de son mouvement est un vecteur de même grandeur et de même direction que la force. Cette proposition peut se mettre encore sous une autre forme. Appelons *force d'inertie* appliquée au point matériel un vecteur dont la grandeur est le produit de la masse du point matériel par l'accélération, mais dont le sens est opposé à celui de l'accélération. Nous pourrions dire qu'il y a équilibre, à chaque instant, entre cette force d'inertie et la force qui agit réellement sur le point matériel.

L'extension de cette proposition à tout système mécanique constitue le *principe de d'Alembert*. La force d'inertie appliquée à l'une quelconque des masses élémentaires qui composent le système étudié est toujours définie comme dans le cas particulier très simple que nous venons d'examiner.

Le principe de d'Alembert consiste alors à affirmer que, dans un système quelconque, animé d'un mouvement purement local, il y a, à chaque instant, équilibre entre les forces d'inertie et les forces qui agissent réellement sur le système.

On n'a pas tardé à reconnaître que, pris sous la forme que nous venons d'indiquer, le principe de d'Alembert ne suffisait pas à constituer une Dynamique conforme aux faits d'expérience, même lorsqu'on se bornait à considérer des systèmes animés d'un simple mouvement local. On a alors modifié ce principe en le compliquant : on a admis que, pour faire équilibre aux forces qui sollicitent réellement un système en mouvement, il ne suffisait pas de considérer les forces d'inertie appliquées à ses diverses masses élémentaires; qu'il fallait encore introduire de nouvelles actions, que l'on a nommées *actions de viscosité*.

C'est dans l'étude du mouvement des fluides que ces actions furent, tout d'abord, considérées par Navier. Les actions de viscosité auxquelles chaque élément fluide est soumis dépendent non seulement de l'état de cet élément, c'est-à-dire de sa température et de sa densité, mais encore de la vitesse avec laquelle change la forme de cet élément. Elles s'évanouissent quand cette vitesse s'annule. Elles croissent en valeur absolue, et au delà de toute limite, en même temps que cette vitesse. Enfin, elles sont orientées de telle sorte qu'elles gênent la déformation de l'élément, c'est-à-dire que la déformation que l'élément subit pendant un temps infiniment court les oblige à effectuer un travail négatif.

Les progrès de l'Énergétique ont grandement accru l'importance des actions de viscosité et le rôle que joue le principe de d'Alembert, complété par la considération de ces actions. Cette science générale, en effet, étudie non seulement les mouvements locaux, mais encore d'autres modifications, telles que les changements d'état physique ou de constitution chimique, qu'elle regarde comme irréductibles au mouvement local. Ces derniers changements peuvent bien souvent se produire sans qu'aucun mouvement local les accompagne; en un récipient aux parois rigides et immobiles, un mélange d'hydrogène et de chlore peut se transformer graduellement en acide chlorhydrique.

Or, là où le mouvement local fait défaut, les actions d'inertie disparaissent; lors donc qu'il

¹ Voir la première partie dans la *Berue* du 13 janvier 1906, t. XVII, p. 8 et suivantes.

s'agit d'étudier des changements d'état exempts de mouvement local, le passage de la Statique à la Dynamique se fait en adjoignant les seules actions de viscosité aux actions extérieures qui sollicitent réellement le système.

Ces actions de viscosité présentent, d'ailleurs, les caractères généraux que nous leur avons reconnus en étudiant le mouvement local des fluides; elles dépendent non seulement de l'état actuel du système, mais encore de la vitesse avec laquelle il se transforme; elles s'annulent lorsque cette vitesse s'évanouit; elles croissent en valeur absolue, et au delà de toute limite, en même temps que cette vitesse; enfin, le travail qu'elles accomplissent pendant un laps de temps quelconque est négatif, car elles tendent toujours à gêner la transformation dont le système est le siège.

Par exemple, au sein d'un mélange de chlore, d'hydrogène et d'acide chlorhydrique, on peut dire que la tendance qu'à l'acidité à croître par combinaison ou à décroître par dissociation est, à chaque instant, équilibrée par une action de viscosité; cette action dépend non seulement de la densité du mélange gazeux, de sa température, de sa composition, mais encore de la vitesse avec laquelle varie l'acidité du système; lorsque cette vitesse s'annule, cas auquel l'équilibre chimique est établi, cette action s'annule; lorsque la valeur absolue de la vitesse croît, la valeur absolue de l'action croît et, en même temps, ces deux valeurs surpassent toute limite; enfin, au sein d'un mélange où l'acide se forme, cette action tend à produire la dissociation, tandis qu'au sein d'un mélange où l'acide se dissocie, elle tend à produire la combinaison.

La tendance qu'à l'acidité à varier au sein d'un tel mélange dépend, d'ailleurs, de l'état de ce mélange, c'est-à-dire de sa densité, de sa température et de sa pression; dès lors, la proposition que nous venons d'énoncer à son sujet, et qui dépend du principe de d'Alembert généralisé, équivaut à cette loi bien connue: La vitesse avec laquelle varie l'acidité au sein d'un mélange d'hydrogène, de chlore et d'acide chlorhydrique dépend uniquement de la densité de ce mélange, de sa température et de sa composition.

II. — LA VISCOSITÉ MAGNÉTIQUE. LE TRAJET CONNU ET LE TRAJET COMPLET.

Les changements que peut éprouver l'aimantation d'un morceau de métal sont comparables aux changements d'acidité que peut éprouver un mélange d'hydrogène, de chlore et d'acide chlorhydrique; ils peuvent être conçus indépendam-

ment de tout mouvement local; on peut fort bien imaginer que l'intensité d'aimantation en un point du métal passe d'une valeur à une autre sans que la matière voisine de ce point éprouve aucun changement de densité, ni de position. A la vérité, en même temps que l'aimantation d'un morceau de fer change d'intensité, la matière qui forme ce morceau éprouve de légers changements de densité; mais il n'est point illogique de faire abstraction de ces condensations et de ces dilatations; en le faisant, on n'obtiendra de la réalité qu'une représentation simplifiée; mais l'approximation de l'image ainsi obtenue sera, dans la plupart des cas, suffisante; c'est pourquoi nous nous en contenterons encore dans ce qui va suivre.

Puisque aucun mouvement local n'est censé accompagner les changements d'aimantation du métal que nous étudions, les diverses masses élémentaires qui composent ce métal ne sont soumises à aucune force d'inertie. Si donc nous voulons passer de la Statique magnétique à la Dynamique magnétique en faisant usage du principe de d'Alembert généralisé, nous aurons seulement à tenir compte des actions de viscosité magnétique. C'est pourquoi nous énoncerons la proposition suivante :

Pour obtenir les lois des variations rapides de l'aimantation, il suffit de prendre les lois qui régissent les variations infiniment lentes de cette même aimantation et d'y substituer au champ magnétique total la somme de ce champ magnétique réel et d'un champ magnétique fictif, dit CHAMP DE VISCOSITÉ MAGNÉTIQUE.

Les propriétés qui caractériseront ce champ de viscosité magnétique seront postulées à l'imitation des propriétés qui, en tous autres cas, ont été attribuées aux actions de viscosité :

Le champ de viscosité magnétique dépendra de la nature du métal étudié, de sa température et de son intensité d'aimantation.

Il dépendra aussi de la vitesse avec laquelle croît cette intensité d'aimantation; il s'amulera en même temps que cette vitesse; sa valeur absolue croîtra en même temps que la valeur absolue de la vitesse; ces deux valeurs seront simultanément infinies; enfin, le champ de viscosité sera toujours d'un signe opposé à celui de cette vitesse.

Le principe que nous venons d'énoncer donne lieu à une représentation géométrique.

Prenons pour abscisses, comme nous l'avons fait jusqu'ici, les valeurs des champs magnétiques et pour ordonnées les intensités d'aimantation. A l'état magnétique de la substance que nous étudions, nous pouvons faire correspondre le point figuratif que nous avons considéré jusqu'ici; nous savons que ce point a pour abscisse la valeur du

champ total, tant extérieur qu'intérieur, et pour ordonner l'intensité d'aimantation. Nous nommerons ce point le *point connu*; en effet, si le corps étudié est une sphère placée dans un champ extérieur uniforme, l'expérience permet de déterminer les deux coordonnées de ce point.

Au point connu, nous associerons un autre point figuratif que nous nommerons le *point complet*; celui-ci aura encore l'intensité d'aimantation pour ordonnée; mais, au lieu d'avoir pour abscisse la valeur du champ magnétique total, il aura pour abscisse ce que nous appellerons le *champ complet*, c'est-à-dire la somme du champ magnétique total, tant intérieur qu'extérieur, et du champ de viscosité magnétique.

Le point connu et le point complet ont toujours même ordonnée. Ils ont aussi même abscisse, en sorte qu'ils coïncident, dans le cas particulier où la vitesse de variation de l'intensité d'aimantation est égale à zéro. Hors ce cas, ils sont distincts. L'excès de l'abscisse du point complet sur l'abscisse du point connu représente le champ de viscosité magnétique; le point connu se trouve donc à droite du point complet toutes les fois que l'aimantation augmente avec le temps; lorsqu'au contraire l'aimantation diminue d'un instant à l'instant suivant, le point connu se trouve à gauche du point complet.

Au cours d'une modification magnétique, le point connu décrit une certaine ligne, que nous nommerons le *trajet connu*; le point complet décrit en même temps une autre ligne, que nous nommerons le *trajet complet*.

Le postulat que nous avons formulé en étendant aux modifications magnétiques le principe de d'Alembert peut alors s'énoncer ainsi : *Le trajet complet relatif à une modification magnétique accomplie avec une certaine rapidité coïncide avec le parcours que décrirait le point figuratif dans une certaine modification infiniment lente.*

Les propositions établies, dans la première partie de ce travail, au sujet des lignes qui représentent des modifications infiniment lentes demeurent donc vraies pour les trajets complets; mais elles ne sont plus vraies, en général, pour les trajets connus.

Voyons, en particulier, comment se comportent ces deux trajets au voisinage d'un état où la variation de l'aimantation change de sens.

Imaginons, par exemple, que l'aimantation aille en croissant jusqu'à un certain instant t_0 , puis qu'à partir de cet instant, l'aimantation aille en diminuant.

Le trajet complet est donné par les lois qui ont été exposées en la première partie; il se compose donc (fig. 1) d'une ascendante AS, suivie d'une

descendante SD; à l'instant t_0 , le point figuratif passe en S.

A l'instant t_0 , la vitesse de variation de l'intensité d'aimantation change de signe; de positive, elle devient négative; elle passe donc, à cet instant, par

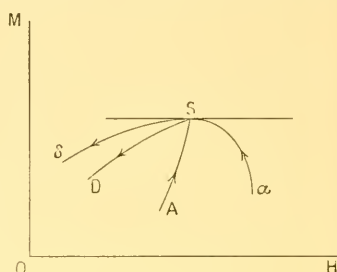


Fig. 1.

zéro, en sorte que le point connu coïncide alors avec le point complet; le trajet connu passe au point S; voyons quelle est sa forme au voisinage de ce point.

A l'instant t_0 , l'intensité d'aimantation passe par une valeur maximum; il en est de même du champ complet; mais le champ de viscosité, qui est toujours de signe contraire à la vitesse avec laquelle varie l'aimantation, passe alors d'une valeur négative à une valeur positive, en sorte qu'il est croissant; le champ total, excès du champ complet sur le champ de viscosité, n'est donc, à cet instant, ni maximum, ni minimum. On en conclut sans peine que la branche ascendante zS et la branche descendante S2 du tracé connu ne forment pas en S un point anguleux; elles s'y raccordent l'une à

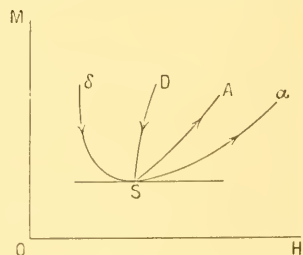


Fig. 2.

l'autre d'une manière continue, et leur tangente commune est horizontale.

Le champ de viscosité magnétique, négatif avant l'instant t_0 , est positif après; il en résulte que la branche zS du trajet connu est à droite de l'ascendante AS du trajet complet, tandis que la branche descendante S2 du trajet connu est à gauche de la descendante SD du trajet complet.

On pourrait discuter de la même manière la disposition mutuelle du trajet complet et du trajet connu au voisinage d'un état où l'aimantation cesse de décroître pour commencer à croître; la figure 2 résumerait les résultats de cette discussion.

On voit que la viscosité magnétique a pour effet de faire disparaître du trajet connu relatif à une modification rapide tous les points anguleux que présentait le tracé destiné à figurer une modification infiniment lente; les ascendantes et les descendantes ne se coupent plus à angles aigus; elles se raccordent les unes aux autres.

III. — VARIATIONS DE L'AIMANTATION DANS UN CHAMP INVARIABLE OU PRESQUE INVARIABLE.

Les principes posés au chapitre précédent permettent de discuter bien des problèmes relatifs à

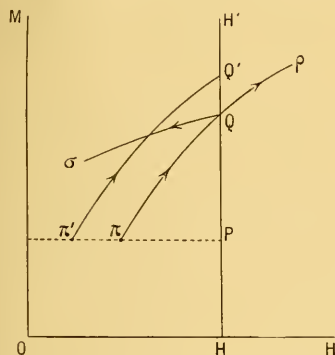


Fig. 3.

l'aimantation; nous allons en examiner brièvement quelques-uns.

Imaginons, tout d'abord, que le champ magnétique total, tant intérieur qu'extérieur, garde une valeur invariable H ; il n'en résultera nullement, nous l'allons voir, que l'aimantation garde une intensité invariable; mais il en résultera sûrement que le trajet connu sera une ligne HH' (fig. 3), parallèle à OM .

Les variations de l'intensité d'aimantation dépendront de la vitesse initiale qui leur sera imposée; supposons qu'à l'instant initial, où le point connu est en P , la vitesse de variation de l'aimantation ait une valeur positive; l'aimantation commence par croître. La partie initiale du trajet complet se compose donc d'une ascendante, et cette ascendante est issue d'un certain point π situé à gauche du point P , à la même hauteur au-dessus de l'axe OH .

Jusques à quand l'intensité d'aimantation conti-

nuera-t-elle à croître? Pour qu'elle cesse de croître, il faut que sa vitesse de variation atteigne la valeur zéro; à ce moment, le trajet connu et le trajet complet doivent passer au même point; prolongeons donc l'ascendante issue du point π jusqu'à ce qu'elle rencontre en Q la ligne HH' ; l'intensité d'aimantation croîtra jusqu'à ce qu'elle atteigne la valeur que mesure le segment HQ .

Qu'arrivera-t-il à partir du moment où l'intensité d'aimantation aura pris cette valeur?

A cet instant, la vitesse avec laquelle varie l'aimantation a la valeur zéro. Si donc l'aimantation continuait à varier à partir de cet instant, le trajet connu et le trajet complet seraient tous deux issus du point Q . Il est aisé d'en conclure que, tant que le champ total demeure invariable, l'aimantation ne peut plus éprouver aucune variation.

Supposons, en effet, qu'elle continue à croître; tandis que le trajet connu serait représenté par la ligne droite QH' , le trajet complet serait constitué par l'ascendante $Q\pi'$; mais cette branche ascendante du trajet complet se trouverait à droite de la branche correspondante du trajet connu, contrairement à ce qui a été dit au chapitre précédent.

Imaginons, de même, que l'intensité d'aimantation se mette à décroître; le trajet connu serait représenté par la droite QP , tandis que le trajet complet serait la descendante $Q\sigma$; or cette descendante se trouverait à gauche du trajet connu, ce qui est impossible.

Lors donc que l'aimantation aura atteint la valeur que représente la longueur HQ , l'équilibre magnétique se trouvera établi; il demeurera tant que le champ total n'éprouve aucune variation.

Cette intensité d'aimantation qui assure l'équilibre dépend de la vitesse avec laquelle l'aimantation variait tout d'abord; elle est d'autant plus élevée que cette vitesse était elle-même plus grande. En effet, une vitesse initiale plus grande correspond à une plus grande valeur absolue du champ de viscosité initial; comme cette valeur absolue mesure la longueur πP , une plus grande vitesse initiale aura pour effet de substituer au point π un point π' situé à gauche du point π , à l'ascendante πQ l'ascendante $\pi'Q'$, et au point Q le point Q' qui est plus élevé.

Ainsi l'aimantation peut varier dans un champ total que l'on maintient constant, pourvu qu'on lui imprime une vitesse initiale de variation; au bout d'un certain temps, elle atteint une valeur qu'elle ne dépasse pas; cette valeur dépend de la vitesse avec laquelle elle a commencé à varier.

On ne saurait maintenir rigoureusement invariable la valeur du champ total; cette valeur éprouve forcément de petites variations au voisinage de la grandeur que l'on souhaiterait de lui garder; s'il

s'agit de modifications infiniment lentes, ces petites variations, en accumulant les altérations permanentes, produisent des effets remarquables que nous avons étudiés au chapitre VI de la première partie; en étudiant maintenant les modifications rapides, nous allons voir que la viscosité amortit et fait presque entièrement disparaître les effets de ces petites variations.

Imaginons, en effet, qu'au lieu de garder constamment la valeur H , le champ total oscille entre deux valeurs H_0 , H_1 , la première un peu inférieure et la seconde un peu supérieure à H . Au lieu de se réduire à la droite HH' (fig. 4), le tracé connu sera représenté par une ligne plus ou moins

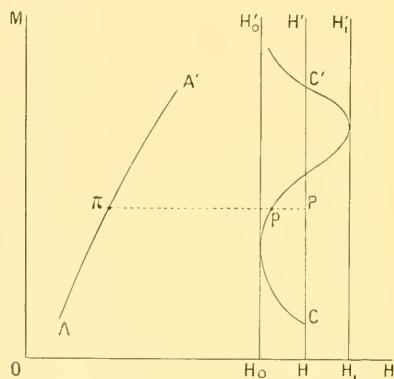


Fig. 4.

sinusoïdale CC' , comprise entre les deux droites H_0H_0' , H_1H_1' , parallèles à OM .

Supposons que la vitesse de variation de l'intensité d'aimantation soit d'abord positive; l'aimantation commence par croître; le tracé complet coïncide d'abord avec l'ascendante AA' , et il se confond avec cette ascendante tant qu'elle ne rencontre pas le tracé connu CC' .

Considérons l'instant où le point figuratif complet se trouve en π ; au même instant, le point figuratif connu se trouve en p ; le champ de viscosité magnétique à cet instant est mesuré en valeur absolue par la longueur πp .

Supposons que l'on ait imprimé à la variation de l'intensité d'aimantation la même vitesse initiale, mais que l'on ait maintenu le champ total constamment égal à H ; au moment où le point complet se trouve en π , le point connu se trouverait en P et la valeur absolue du champ de viscosité magnétique serait mesurée par la longueur πP .

Or la valeur absolue de la différence entre les longueurs πP et πp ne surpasse assurément pas la différence $H_1 - H_0$; elle est donc très petite. Aussi

pouvons-nous énoncer la proposition suivante :

Que l'on maintienne invariable la valeur du champ magnétique total ou qu'on lui permette de légères oscillations au voisinage de cette valeur, pourvu que l'intensité d'aimantation ait, dans les deux cas, même valeur initiale et même vitesse de variation initiale, lorsqu'en ces deux cas l'aimantation prendra une même intensité, le champ de viscosité magnétique prendra sensiblement même valeur. D'ailleurs, la valeur du champ de viscosité, à une température donnée, dépend uniquement de l'intensité d'aimantation et de la vitesse avec laquelle varie cette grandeur; on peut donc dire que la vitesse de variation de l'aimantation prend, dans les deux cas, sensiblement la même valeur lorsque l'aimantation y acquiert la même intensité. Cette proposition, à son tour, équivaut à celle-ci : Dans les deux cas, l'aimantation varie sensiblement avec la même vitesse.

La viscosité étouffe donc, pour ainsi dire, l'effet que produiraient les variations petites et incessantes du champ magnétique.

IV. — AIMANTATION PRODUITE PAR UN CHAMP DONT LA VALEUR OSCILLE ENTRE DEUX LIMITES DONNÉES.

La question que nous venons de traiter rentre comme cas particulier dans celle-ci : Comment varie l'aimantation lorsque la valeur du champ magnétique total oscille entre deux limites déterminées? Si, en effet, ces deux limites sont extrêmement voisines l'une de l'autre, nous retrouvons le problème qui vient de nous occuper.

Imaginons, pour fixer les idées, qu'à l'instant initial, le champ ait sa moindre valeur H_0 ; le point figuratif d'où partira le tracé connu sera le point P_0 (fig. 5) situé sur la ligne H_0H_0' , parallèle à OM ; si H_1 est la valeur maximum du champ, le tracé connu demeurera sans cesse compris entre les deux lignes parallèles H_0H_0' et H_1H_1' .

Supposons que la vitesse de variation de l'aimantation soit d'abord positive; le tracé complet commencera par une ascendante, et cette ascendante partira d'un certain point π_0 , situé à gauche du point P_0 et à la même distance de l'axe OH .

Le trajet connu commencera par monter sans cesse, en touchant alternativement la ligne H_1H_1' , et la ligne H_0H_0' . Il montera jusqu'au point P_1 où il rencontrera l'ascendante issue du point π_0 . Le point P_1 sera, pour ce trajet, un point de hauteur maximum, où il présentera une tangente horizontale; d'après ce que nous avons vu au chapitre II, le trajet connu doit, en ce point, être parcouru de droite à gauche; ce point se trouvera donc sur une branche qui, après avoir touché la ligne H_1H_1' , se dirige vers la ligne H_0H_0' .

A partir du point P_1 , le trajet connu commencera à descendre; la partie correspondante du trajet complet sera la descendante issue du point P_1 . Le trajet connu ira toucher en P_2 la ligne II_0H_0' , et il continuera à descendre jusqu'à ce qu'il coupe en P_3 la descendante issue du point P_1 ; pour ce trajet, le point P_3 sera un point de hauteur minimum où la tangente sera horizontale.

A partir du point P_3 , le trajet connu recommencera à monter; le trajet complet se réduira à l'ascendante P_3P_1 issue du point P_1 . Le trajet complet ira toucher en P_4 la ligne II_1H_1' , puis il continuera

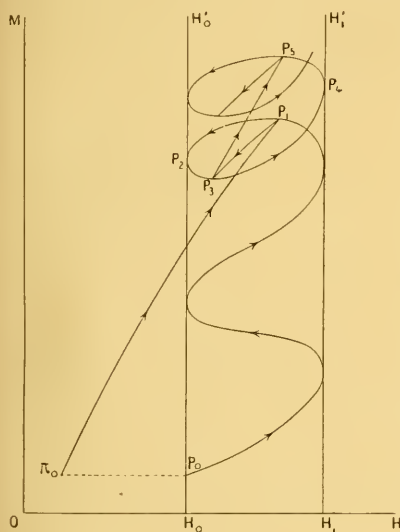


Fig. 3.

à monter jusqu'au point P_5 , où il rencontre l'ascendante issue du point P_1 .

Le trajet connu continuera ainsi à serpenter entre les lignes II_0H_0' et II_1H_1' tout en dessinant des boucles, tandis que le tracé complet sera formé d'un trait en zig-zag, joignant entre eux les points du tracé connu où la tangente est parallèle à OII .

V. — DU CYCLE FERMÉ PARCOURU AVEC UNE CERTAINE VITESSE.

Supposons que le champ total éprouve indéfiniment des variations périodiques suivant une loi bien déterminée; il est clair que les variations de l'aimantation tendront, elles aussi, à devenir périodiques, leur période étant la même que celle des variations du champ; en d'autres termes, le tracé connu tendra à se transformer en un cycle fermé décrit pendant la durée d'une période.

Études de ce cycle.

La forme de ce cycle peut être très compliquée; nous nous bornerons à considérer le cas (fig. 6) où ce cycle présente un seul point d'ordonnée maximum, que nous désignerons par S , et un seul point d'ordonnée minimum, que nous désignerons par S' . Dans ce cas, la forme du trajet complet nous est immédiatement connue par les principes posés au chapitre II; ce trajet se compose d'une ascendante $S'AS$, conduisant du point S' au point S , et d'une descendante $S\delta S'$, ramenant du point S au point S' ; le trajet complet est un cycle simple.

Nous savons, par le chapitre IV de la première partie, que la branche descendante d'un cycle fermé simple se trouve tout entière à gauche de la branche ascendante. D'autre part, les principes posés au chapitre II de la présente partie nous enseignent

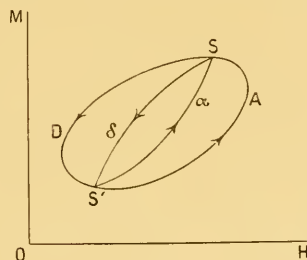


Fig. 6.

que la branche ascendante $S'AS$ du trajet connu est tout entière à droite de la branche $S'AS$ du trajet complet; que la branche descendante $S\delta S$ du trajet connu est tout entière à gauche de la branche descendante $S\delta S$ du trajet complet. Nous pouvons donc énoncer la proposition suivante :

Si le point figuratif qui décrit le trajet connu d'un cycle parcouru avec une certaine vitesse était remplacé par un observateur qui marcherait sur le plan, cet observateur aurait, pendant toute la durée du parcours, l'aire du cycle à sa gauche.

Or, nous pouvons, dans le cas qui nous occupe, supposer que le corps étudié soit une sphère placée dans un champ magnétique uniforme et calculer, au moyen des principes rappelés au chapitre IV de la première partie, la quantité de chaleur dégagée pendant le parcours du cycle.

Évaluée en unités mécaniques, cette quantité de chaleur est un produit de deux facteurs.

Le premier facteur est le volume de la sphère.

Pour évaluer le second facteur, il faut multiplier chacune des diminutions infiniment petites qu'a éprouvées l'aimantation par la valeur du champ total au moment où cette diminution a eu lieu, puis faire la somme de tous ces produits.

Les premiers principes du Calcul intégral, joints au théorème que nous avons établi il y a un instant, nous permettent alors de formuler cette proposition :

Lorsque l'état d'une sphère magnétique placée dans un champ uniforme périodique varie périodiquement suivant une certaine loi, la sphère dégage de la chaleur; la quantité de chaleur dégagée pendant la durée d'une période est le produit du volume de la sphère par l'aire que circonscrit le tracé du cycle connu.

La quantité de chaleur dégagée le long du parcours du cycle étant positive, le principe de Carnot et de Clausius se trouve vérifié ici. Mais, de plus, nous pouvons donner de cette quantité de chaleur dégagée une décomposition intéressante. Cette quantité, en effet, est la somme de deux termes; l'un de ces termes est le produit du volume de la sphère aimantée par l'aire qu'embrasse le cycle complet; l'autre est le produit du volume de la sphère par l'aire comprise entre le cycle complet et le cycle connu. La première partie mérite justement le nom de *quantité de chaleur dégagée par l'hystérésis*. Quant à l'aire qui figure dans la seconde partie, elle s'interprète aisément; elle s'obtient en multipliant chacune des diminutions infiniment petites de l'aimantation par la valeur du champ de viscosité magnétique au moment où cette diminution a eu lieu et en faisant la somme de tous ces produits; la seconde partie de la quantité de chaleur dégagée représente donc la valeur absolue du travail effectué, durant le parcours du cycle, par la viscosité magnétique. Chacune des deux parties de la quantité de chaleur est séparément positive.

VI. — DU CYCLE FERMÉ PARCOURU DANS UN CHAMP ALTERNATIF.

La forme d'un cycle fermé ne dépend pas seulement des limites entre lesquelles oscille le champ total; elle dépend encore de la loi suivant laquelle, entre ces limites, le champ total varie avec le temps; elle change, notamment, selon que les oscillations de ce champ deviennent plus rapides ou plus lentes.

Ces changements de forme sont particulièrement aisés à étudier, au point de vue théorique, lorsque le champ total est un champ alternatif; il faut entendre par ces mots que le champ total oscille entre deux valeurs extrêmes égales et de signes contraires, et que, de plus, l'oscillation totale subie par la valeur du champ se décompose en deux demi-oscillations dont l'une reproduit exactement l'autre, au signe près du champ magnétique.

Il est clair alors, par raison de symétrie, que, lorsque la variation de l'intensité d'aimantation sera devenue périodique, elle sera, elle aussi, *alternative*; en deux instants séparés l'un de l'autre par une demi-période, le champ total aura des valeurs égales et de signes opposés, et il en sera de même de l'aimantation; à ces deux instants, la vitesse de variation de l'aimantation aura aussi des valeurs égales et de signes opposés; on en conclut sans peine que la même règle s'appliquera au champ de viscosité magnétique. Partant, à des instants distants d'une demi-période, le point connu occupera deux positions symétriques par rapport à l'origine des coordonnées, et il en sera de même du point complet. Le cycle connu et le cycle

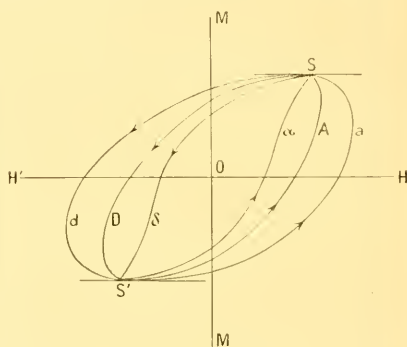


Fig. 7.

complet seront deux courbes qui auront pour centre l'origine des coordonnées.

Considérons ces deux courbes (fig. 7): $\alpha S \delta S'$ est le tracé complet, $\alpha S \delta S'$ est le tracé connu; les deux points S et S' ont pour ordonnées respectives M et $-M$; ce sont les valeurs extrêmes entre lesquelles oscille l'intensité d'aimantation.

Supposons que nous voulions obtenir un nouveau cycle fermé, où l'aimantation oscille entre les mêmes valeurs limites, au moyen d'un second champ alternatif de moindre période que le premier.

Le tracé complet va demeurer le même que dans le cas précédent; il va se composer encore de l'ascendante $S' \alpha S$, suivie de la descendante $S \delta S'$; au contraire, le tracé connu va changer, et il est aisé de voir comment.

L'aimantation doit, dans le second cas, osciller entre les mêmes valeurs que dans le premier cas, et cela dans un temps moindre; elle variera donc plus rapidement; cette aimantation reprenant, dans le second cas, une même valeur que dans le premier, sa vitesse de variation prendra, en général,

une valeur absolue plus grande, et il en sera de même du champ de viscosité magnétique; l'ascendante $S'S$ du second cycle sera à droite de l'ascendante $S'AS$ du premier cycle; la descendante SdS' du second cycle sera en entier à gauche de la descendante SDS' du premier cycle; le second cycle sera, en entier, extérieur au premier cycle, sauf aux points S, S' qui seront communs aux deux cycles.

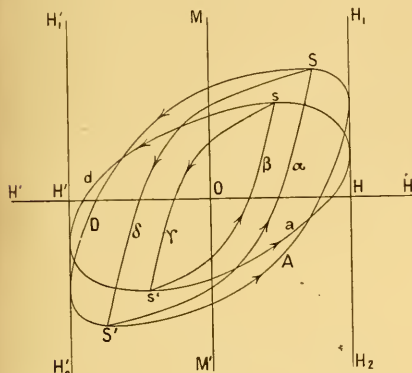


Fig. 8.

Un raisonnement tout semblable serait encore de mise dans le cas suivant : Après avoir, au moyen d'un certain champ total alternatif, obtenu un cycle où l'aimantation atteint une certaine valeur maximum, on se propose, au moyen d'un autre champ alternatif de même période ou de période moindre, d'obtenir un cycle où l'aimantation atteigne une plus grande valeur. On trouvera sans peine que le second cycle doit être, en entier, à l'extérieur du premier.

Les deux résultats que nous venons d'obtenir entraînent un corollaire :

Au moyen d'un champ total alternatif qui oscille entre les valeurs $-H$ et H , on a obtenu un cycle fermé où l'aimantation a une certaine intensité maximum M ; si l'on veut, au moyen d'un champ alternatif de période moindre, obtenir un cycle fermé où l'aimantation atteigne au moins la valeur M , on devra faire osciller le champ entre deux valeurs plus écartées l'une de l'autre que $-H$ et H .

Ce corollaire, à son tour, en entraîne un autre, et c'est celui-ci que nous nous proposons d'établir :

On considère une suite de champs alternatifs qui oscillent tous entre les mêmes limites $-H$ et H , mais avec une période dont la durée décroît d'un champ au suivant; à chacun de ces champs correspond un cycle; l'intensité maxima de l'aimantation décroît d'un cycle au suivant.

La figure 8 nous montre comment sont disposés deux cycles engendrés par des champs alternatifs de même amplitude, mais de périodes différentes. $ASDS'$ est le cycle connu de plus longue période; $\alpha S\beta S'$ est le cycle complet correspondant. A la plus courte période correspondent le cycle connu $asds'$ et le cycle complet $\beta s\gamma s'$.

Laissons invariable les limites $-H$ et H entre lesquelles oscille le champ total et rendons la période de plus en plus petite; vers quelle forme le cycle connu et le cycle complet tendront-ils?

La valeur absolue du champ de viscosité magnétique est représentée par la différence d'abscisses entre un point du tracé complet et le point correspondant du tracé connu; ces deux cycles sont, d'ailleurs, compris entre les parallèles à OM qui ont pour abscisses respectives H et $-H$; la valeur absolue du champ de viscosité magnétique ne peut donc, en aucun cas, dépasser $2H$.

D'autre part, au cours du cycle, l'intensité d'aimantation atteint une valeur maximum; si cette valeur ne tendait pas vers 0 lorsque la période du cycle tend elle-même vers 0, il y aurait sûrement des instants où la vitesse de variation de l'aimantation deviendrait infinie; il en serait de même, à ces moments-là, de la valeur absolue du champ de viscosité, ce qui contredirait à la vérité ce que nous venons d'établir.

Nous obtenons ainsi la proposition suivante : *Si l'on fait tendre vers 0 la période d'un champ alternatif d'amplitude invariable, la valeur maximum de l'aimantation au cours du cycle fermé correspondant tend vers 0.*

Lorsque le champ total subit des oscillations alternatives d'amplitude notable et de très courte période, le cycle complet SS' (fig. 9) se compose

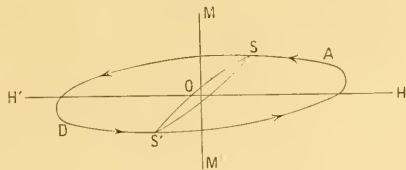


Fig. 9.

d'un très court segment d'ascendante et d'un très court segment de descendante, presque tangents entre eux et presque confondus avec l'origine des coordonnées; quant au cycle connu $ASDS'$, il s'aplatit extrêmement sur l'axe $H'H$.

On comprend ainsi comment des oscillations électriques très rapides ne communiquent au fer aucune aimantation notable, même quand elles sont intenses.

VII. — AIMANTATION DANS UN CHAMP OSCILLANT DE TRÈS COURTE PÉRIODE.

L'étude du cycle engendré par un champ alternatif est rendue plus aisée par les considérations de symétrie que l'on peut faire valoir dans ce cas. Ces considérations de symétrie ne sont plus de mise dans le cas où les deux valeurs extrêmes qui bornent les oscillations du champ total ne sont plus égales et de signes contraires. Toutefois, maint résultat établi au paragraphe précédent peut être étendu à ce cas plus général. Nous laisserons au lecteur le soin de développer cette extension et nous nous attacherons à un seul problème auquel les fréquentes recherches des expérimentateurs confèrent un intérêt particulier.

Nous supposons que la valeur du champ total oscille entre deux valeurs données avec une période très courte et nous rechercherons la forme du cycle correspondant.

Nous pourrions appliquer presque textuellement ici les raisonnements qui nous ont permis, au chapitre précédent, d'étudier l'effet des oscillations électriques très rapides.

Nous remarquerons, en premier lieu, que le champ de viscosité magnétique doit demeurer limité; sa valeur absolue ne peut excéder l'écart des deux valeurs entre lesquelles le champ total demeure constamment compris.

Si, d'autre part, lorsque la période tend vers 0, les valeurs entre lesquelles, au cours du cycle, l'aimantation varie, gardaient un écart fini, la vitesse de variation de l'aimantation deviendrait sûrement infinie à certaines époques et, en même temps, la valeur absolue du champ de viscosité deviendrait infinie.

La contradiction qui existe entre cette conclusion et la précédente prouve l'exactitude de la proposition suivante :

Au cours d'un cycle engendré par un champ total qui oscille, avec une période extrêmement courte, entre deux valeurs dont l'écart est fini, l'aimantation subit seulement des changements compris entre deux limites extrêmement voisines l'une de l'autre.

Le cycle complet $zS'S'$ (fig. 10) se compose d'une ascendante infiniment courte $S'zS$, suivie d'une descendante $S'S$ qui est aussi infiniment courte. Tous les points de ce cycle infiniment petit sont infiniment voisins de la ligne des états naturels. Le cycle connu $ASDS'$ diffère très peu d'un segment de droite parallèle à OH , alternativement parcouru dans les deux sens par le point figuratif.

Les circonstances auxquelles se rapportent ces considérations peuvent être réalisées comme suit : A un champ constant, de valeur H , on peut super-

poser un champ alternatif, de période excessivement courte, qui oscille entre les valeurs ε et $-\varepsilon$. On obtient ainsi un champ total qui oscille, avec une très courte période, entre les valeurs $H + \varepsilon$ et $H - \varepsilon$.

Supposons qu'en ce dispositif, le champ alternatif soit pris toujours identique à lui-même, tandis qu'en diverses expériences on donnera au champ fixe des valeurs différentes. Le cycle connu et le cycle complet que l'on obtiendra changeront avec la valeur attribuée au champ fixe et dépendront uniquement de cette valeur; en ces cycles, l'aimantation n'éprouvera que des variations extrêmement petites au voisinage d'une valeur invariablement liée à la valeur du champ fixe. Nous pouvons donc énoncer ce théorème :

Si à un champ fixe nous superposons un champ alternatif de très courte période et choisissons une fois

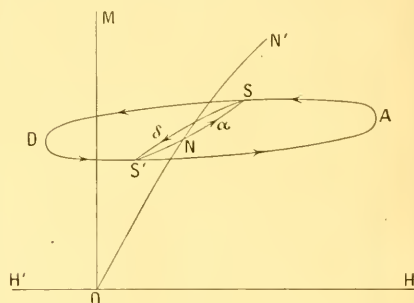


Fig. 10.

POUR TOUTES, l'aimantation tendra à se fixer à une certaine valeur M ; indépendante de toutes les modifications magnétiques que le métal aura pu antérieurement éprouver, cette valeur M de l'aimantation dépendra exclusivement de la valeur H du champ fixe.

On peut construire une courbe dont chaque point ait pour abscisse une valeur H du champ fixe et pour ordonnée la valeur correspondante de M ; pour un métal donné et pour un champ alternatif donné, cette courbe est déterminée. Il est aisé de voir que cette courbe passe à l'origine des coordonnées et qu'elle est symétrique par rapport à ce point; qu'elle monte sans cesse de gauche à droite; qu'elle a pour asymptotes les deux lignes limites qui correspondent à la saturation.

Par son allure, une telle courbe rappelle la ligne des états naturels. Coïncide-t-elle avec cette ligne des états naturels? Pour répondre à cette question, reprenons la figure 10 et considérons-y le point N de la ligne des états naturels, dont le cycle complet SS' est infiniment voisin. Ce point a pour ordon-

née la valeur de M que nous considérons. Dès lors, pour que la courbe que nous venons de définir coïncide avec la ligne des états naturels, il faut et il suffit que le point N ait sensiblement pour abscisse H ou, en d'autres termes, que le cycle complet $\alpha S \delta S'$ se trouve sensiblement à égale distance des deux extrémités du cycle connu $AS \delta S'$.

Voyons donc si ces deux cycles sont ainsi disposés l'un par rapport à l'autre.

On montre bien aisément qu'une semblable disposition est possible si, pour une valeur donnée de l'intensité d'aimantation, le champ de viscosité magnétique change de signe, mais ne change pas de valeur absolue, lorsque la vitesse de variation de l'aimantation change elle-même de signe sans changer de valeur absolue.

Ce caractère, le champ de viscosité le possède assurément, et par raison de symétrie, dans le cas où l'aimantation est nulle; aussi avons-nous vu qu'un champ alternatif extrêmement rapide engendrait un cycle complet infiniment petit équidistant des extrémités du cycle connu. Mais ce caractère n'a plus rien de forcé quand l'aimantation diffère de zéro. Pour une même valeur de l'aimantation, pour une même valeur absolue de la vitesse avec laquelle varie cette aimantation, le champ de viscosité peut fort bien avoir des valeurs absolues différentes selon que d'un instant à l'instant suivant l'aimantation augmente ou diminue.

Dès lors, en la figure 10, le cycle complet infiniment petit n'est pas, en général, à égale distance des extrémités du cycle connu : la ligne dont chaque point a pour abscisse le champ H et pour ordonnée l'aimantation M ne coïncide pas avec la ligne des états naturels; elle change avec la nature du champ alternatif dont on a fait usage pour la tracer.

Nous ne poursuivons pas davantage cette étude de l'hystérésis magnétique. Bien des questions intéressantes, il est vrai, resteraient à traiter : telle l'influence mutuelle des déformations élastiques et de l'aimantation. Mais de semblables questions ressortissent à une théorie plus compliquée que la précédente; il ne suffit plus, pour définir l'état de la matière en un point, de faire connaître l'intensité d'aimantation en ce point; il faut encore y joindre une ou plusieurs grandeurs capables de déterminer la déformation au même point. Nous ne saurions ici entrer dans l'examen de ces complications. Les considérations très simples auxquelles nous nous sommes volontairement limité suffiront, croyons-nous, à donner une idée de la méthode que nous proposons de suivre dans l'étude des modifications permanentes et des résultats qu'on en peut attendre.

P. Duhem,

Correspondant de l'Institut de France,
Professeur à l'Université de Bordeaux.

DESCARTES ET LA GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE.

Je voudrais poser ici et essayer de résoudre quelques problèmes qui intéressent également l'histoire de la science et l'histoire de la pensée cartésienne.

I

Le premier de tous est celui-ci : Oui ou non, Fermat était-il lui-même en possession de la méthode qui caractérise la Géométrie Analytique, quand parut la *Géométrie* de Descartes?...

Il semble bien que nous devons répondre : Oui. Après les publications si documentées du regretté Paul Tannery (Œuvres de Fermat, Œuvres de Descartes), le doute ne paraît plus possible.

La *Géométrie* de Descartes parut, comme on sait, à Leyde en 1637, à la suite du *Discours de la Méthode*, et accompagnée de la *Dioptrique* et des *Météores*. Un exemplaire du volume avait circulé en France avant la fin de l'impression, et une partie du livre, la *Dioptrique*, avait été soumise à Fermat : le Père Mersenne avait tenu à connaître

son opinion sur ce traité. Mais nous sommes bien sûrs que seule cette partie du volume avait été placée sous les yeux du géomètre toulousain, car celui-ci dit à la fin de sa lettre à Mersenne, après avoir formulé ses objections contre la *Dioptrique* : « J'attends la faveur que vous me faites espérer de voir par votre moyen les autres livres de M. Descartes'... »

Descartes répond, le 3 octobre, aux critiques de Fermat, que Mersenne s'est empressé de lui faire connaître, et, à son tour, Fermat répond à Descartes dans une lettre à Mersenne, dont nous n'avons pas la date précise, mais qui, assurément, n'est pas antérieure au 1^{er} novembre. Cette lettre, qui, dans la pensée de l'auteur, était destinée à être lue par Descartes, ne contient pas la moindre allusion à la *Géométrie* : Fermat n'en a pas encore eu communication. Selon toute probabilité, il ne la lit que vers la fin de cette même année 1637.

¹ TANNERY et HENRY : *Œuvres de Fermat*, t. II, p. 112.

Aussitôt après, comme l'indique Baillet, il charge son ami Carcavi, depositaire de ses écrits, de faire parvenir à Descartes, par l'intermédiaire de Mersenne, ses principales œuvres mathématiques; et plusieurs lettres de Descartes à Mersenne — dont la dernière est encore du mois de janvier 1638 — confirment, par leurs discussions et allusions, l'envoi déjà fait par Mersenne : 1^o du *De Maximis et Minimis*; 2^o du *De Locis planis et solidis*. Les dates sont assez éloquentes et excluent l'hypothèse que quelque chose, dans ces travaux, eût pu être inspiré par la *Géométrie* de Descartes.

Il y a plus : nous pourrions croire que le *De Locis planis et solidis*, que Descartes dit avoir reçu, est seulement l'*Isagoge ad locos planos et solidos*. Or, Fermat, apprenant que Roberval et Pascal Étienne viennent de prendre sa défense contre Descartes, à propos du *De Maximis et Minimis*, demande à Mersenne, en février 1638, ce que ces messieurs pensent aussi de son *Isagoge* et de son *Appendix* : d'où résulte que les manuscrits de Fermat que Carcavi avait été chargé de mettre en circulation dès la fin de décembre 1637 comprenaient non seulement le *De Maximis et Minimis* et l'*Isagoge ad locos planos et solidos*, mais encore l'*Appendix*.

Or, quel était le contenu de ces écrits? Tous les historiens des Mathématiques ont insisté sur la méthode par laquelle Fermat trouve les maxima et minima, et sur sa construction des tangentes, — qui ne nous intéressent ici, d'ailleurs, qu'indirectement. Mais je crois bien qu'avant la publication des œuvres de Fermat par Paul Tannery et Charles Henry, l'attention n'avait guère été appelée sur l'*Isagoge* et l'*Appendix*. Le premier de ces traités énonce, dès le début, le genre d'analyse auquel sera soumise la recherche générale des lieux : « Toutes les fois que, dans une équation finale, on trouve deux quantités inconnues, on a un lieu, l'extrémité de l'une d'elles décrivant une ligne droite ou courbe. La ligne droite est simple et unique dans son genre; les espèces des courbes sont en nombre indéfini : cercle, parabole, hyperbole, ellipse, etc... » — « Il est commode, pour établir les équations, de prendre les deux quantités inconnues sous un angle donné, que d'ordinaire nous supposerons droit, et de se donner la position et une extrémité de l'une d'elles; pourvu qu'aucune des quantités inconnues ne dépasse le carré, le lieu sera plan ou solide, ainsi qu'on le verra clairement ci-après... »

Fermat étudie alors séparément les cas suivants : 1^o l'équation aux deux variables, a et e , est du premier degré; 2^o elle est encore du premier degré par rapport à chacune des variables, mais contient le produit ae ; 3^o elle est du second degré par rapport à l'une au moins des variables, avec ou

sans rectangle a et e . Il part, chaque fois, d'une équation assez simple pour qu'on y lise sans difficulté une propriété géométrique caractéristique du lieu, droite ($da = be$) ou hyperbole ($ae = z''$), etc.; puis il montre que l'équation plus générale se ramène sans peine, par un changement de variables, au cas particulier d'abord envisagé. Par exemple, voici l'étude de la droite :

Soit NZM une droite donnée de position, dont on donne le point N. Qu'on égale NZ à la quantité inconnue a , et la droite ZI menée sous l'angle donné NZI) à l'autre quantité inconnue e .

Soit :

$$da = be^1.$$

Le point I sera une droite donnée de position.

En effet, on aura $\frac{b}{d} = \frac{a}{e}$. Donc le rapport $\frac{a}{e}$ est donné, ainsi que l'angle Z. Donc le triangle NZI est donné d'espèce, donc l'angle INZ. Mais le point N est donné, ainsi que la position de la droite MZ. Donc M sera donné de position. La synthèse est facile.

On ramènera à cette équation toutes celles dont les termes sont soit donnés, soit formés par les inconnues a et e , multipliées par des droites données ou bien prises simplement.

$$z'' - da = be.$$

Soit posé $z'' = dr$. On aura :

$$\frac{b}{d} = \frac{r - a}{e}.$$

Soit pris MN = r ; le point M sera donné et l'on aura MZ = $r - a$.

Le rapport $\frac{MZ}{ZI}$ sera donc donné, ainsi que l'angle en Z. Donc le triangle IZM sera donné d'espèce, et, en joignant MI, on conclura que cette droite est donnée de position. Ainsi le point I sera sur une droite donnée de position, et la même conclusion se tirera sans difficulté pour toute équation qui aura des termes en a ou e seulement².

La considération de quelques types d'équations simples du second degré, auxquels on peut ramener toutes les autres, fournit à Fermat une étude analytique complète de l'équation générale du second degré à deux variables. Le traité se termine par une application à une « très belle proposition », à savoir : « Étant données de position des droites en nombre quelconque, si d'un même point on mène à chacune d'elles une droite sous un angle donné, et que la somme des carrés des droites

¹ C'est le langage de Fermat simplifié.

² Traduction française de P. TANNERY : *Œuvres de Fermat*, t. III.

ménées soit égale à une aire donnée, le point est sur un lieu solide donné de position. »

Dans l'Appendice au traité précédent, Fermat applique la méthode analytique qu'il vient d'exposer à la solution des problèmes solides (traduisez : à la construction des racines des équations du troisième et du quatrième degré). « Le plus commode », dit-il, « est de déterminer la question au moyen de deux équations de lieux ; car deux lignes données de position se coupent mutuellement, et le point d'intersection, qui est donné de position, ramène la question de l'indéfini aux termes proposés. »

Soit l'équation $a^2 + b^2 = z^2b$. En égalant chacun des deux membres au solide bac , nous obtenons d'une part $a^2 + b^2 = bac$, ou $a^2 + ba = bc$. D'autre part, $z^2b = bac$, ou $z^2 = ac$; l'extrémité de e se trouvera donc à l'intersection d'une parabole et d'une hyperbole données de position.

De même, pour l'équation biquadratique $a^4 + b^4a + z^4a^2 = d^{17}$, en égalant chacun des deux membres à z^4e^2 , Fermat la ramène à déterminer le point d'intersection d'un cercle et d'une parabole. Et, plus généralement, il résout tous les problèmes cubiques et biquadratiques par un cercle et une parabole.

Voilà ce que contenaient les écrits que Fermat faisait parvenir à Descartes, par l'intermédiaire de Carcavi et de Mersenne, dès le mois de décembre 1637. Il n'est pas nécessaire d'insister pour faire sentir à quel point la méthode cartésienne de représentation des lieux par des équations s'y trouvait clairement définie et appliquée, et à quel point aussi la préoccupation de Fermat d'en tirer la solution des problèmes solides est celle même de Descartes. Et ainsi, bien que la publication des travaux de Descartes ait été la première en date, il est incontestable que, de son côté, spontanément, et sans doute à peu près à la même époque, Fermat avait trouvé ce que beaucoup considèrent comme l'essentiel de la Géométrie cartésienne.

II

Mais il est difficile de formuler pareille conclusion sans qu'aussitôt un nouveau problème se pose. Comment l'histoire de la pensée scientifique au XVII^e siècle ne nous fait-elle pas assister à quelque grand débat sur la priorité de la découverte ?

On sait quelles interminables querelles a suscitées, entre les partisans de Newton et ceux de Leibniz, l'invention du Calcul infinitésimal. Rien de semblable à propos de la Géométrie analytique : nous trouverons difficilement, soit dans la correspondance échangée entre savants, soit chez les historiens des Mathématiques, la moindre trace d'une dispute sur cette grave question.

Dira-t-on simplement que Fermat fut un modeste ; que, devancé par la publication de Descartes, il s'incline sans hésiter devant les droits, en quelque sorte légaux, que cette publication conférerait à son rival, et qu'il se contenta de faire connaître ses travaux à Descartes lui-même et à quelques amis, sans songer à réclamer davantage pour sa réputation ? — Sa correspondance mathématique de 1637 et 1638 contiendrait au moins, semble-t-il, des traces de ses réflexions à ce sujet... Or, à part quelques allusions vagues à ses recherches générales sur les lieux, ce n'est guère de sa méthode de Géométrie analytique qu'il entretient ses correspondants. Quand il se soucie des jugements qu'on porte sur ses travaux, il songe surtout à son traité de *Maximis et de Minimis*. Tout au plus, dans le *Post scriptum* d'une lettre à Mersenne, il demande un jour ce que Roberval et Pascal pensent de l'*Isagoge* et de l'*Appendix* ; mais pas une seule fois nous ne le voyons observer ou insinuer que la méthode de Descartes n'est autre que la sienne. Il parle assez souvent de sa *Méthode*, il en est fier, il en énumère avec joie toutes les nouvelles applications. Mais, pour qui y regarde de près, « sa Méthode » — sans qu'il sente le besoin de la désigner autrement — c'est celle qui lui permet de trouver les *maxima* ou les *minima* et en même temps de construire les tangentes aux courbes.

Au reste, il ne dépendait pas de Fermat qu'on soulevât un débat de priorité. Ses manuscrits, une fois connus du monde savant, n'allaient-ils pas fournir un aliment aux discussions que le père Mersenne savait si habilement susciter et entretenir autour des travaux de Descartes, — quand, d'ailleurs, les contradictions ou les accusations de plagiat ne surgissaient pas spontanément ? Et si, autour du Minime, la vivacité des querelles se trouvait atténuée par le talent et le caractère de la plupart des correspondants, de sorte que souvent l'âpreté de la dispute semble due à l'extrême susceptibilité de Descartes lui-même, — il n'en est plus de même ailleurs. Ici, c'est Vossius qui est tout heureux de signaler, dans un vieux manuscrit du Hollandais Snellius, l'énoncé de la loi de la réfraction, et qui ouvre la question — non encore tranchée définitivement — de savoir si Descartes avait eu ce manuscrit en sa possession. Là, c'est Cavendish qui, de passage à Paris, montre à Roberval un ouvrage posthume de Harriot, publié à Londres en 1631, sur la résolution des équations, et — qu'il l'ait voulu ou non — donne si bien corps à une accusation de plagiat que le grand mathématicien anglais Wallis n'a pas craint d'attribuer à Harriot la paternité de l'analyse de Descartes, et que Leibniz lui-même, sans trancher la question,

mentionne cette découverte faite par les Anglais. — Enfin, faut-il rappeler toute l'insistance que Descartes crut devoir mettre à affirmer l'originalité contestée de sa Géométrie, à montrer lui-même de quelle distance il dépassait Viète et ses contemporains ? Or, je ne crois pas qu'un mot ait jamais été dit par personne, au cours de ces disputes du xvi^e siècle, sur les titres que donnait à Fermat sa méthode de Géométrie analytique. Il est sans cesse question de la solution de Fermat et de celle de Descartes pour le problème des tangentes aux courbes ; les objections de Descartes contre la règle de Fermat suscitent une grande querelle où Pascal et Roberval prennent énergiquement la défense du géomètre toulousain. Mais ni l'un ni l'autre ne songent, pour releasser les titres de leur ami, à signaler ce que son *Introduction aux lieux plans et solides* contenait de particulièrement intéressant ; — et, si Fermat, une fois incidemment, est amené à interroger Mersenne sur l'impression qu'ils en ont eue, je ne connais aucune lettre où cette impression ait été communiquée.

Quant à Descartes, n'a-t-il eue une remarque à faire quand il jette les yeux sur *l'Isagoge* et l'*Appendix* ? Certes, il pouvait encore penser que sa Géométrie renfermait bien d'autres richesses, mais du moins ne manifesterait-il aucun sentiment, de quelque sorte que ce soit, à la vue du principe fondamental de la représentation des lignes par leurs équations, d'une tentative de classification des courbes d'après le degré, qui s'arrête, il est vrai, chez Fermat, au second degré, d'une résolution générale des équations cubiques et biquadratiques par l'intersection d'un cercle et d'une parabole ?

Dès qu'il reçoit le *De Maximis et Minimis*, il écrit une série de lettres où il s'entête à une critique, inexplicable d'ailleurs, de la méthode de Fermat pour la construction des tangentes ; et, quant au traité *De locis planis et solidis*, qui lui arrive seulement quelque jours après le premier, voici tout ce qu'il trouve à dire à Mersenne : « Je ne vous renvoie point encore les écrits de monsieur Fermat *De locis planis et solidis*, car je ne les ay point encore lus, et, pour vous en parler franchement, je ne suis pas résolu de les regarder que je n'aye vu premièrement ce qu'il aura répondu aux deux lettres que je vous ay envoyées pour luy faire voir¹. » Il est difficile de croire que Descartes n'ait pas eu la curiosité de jeter les yeux, si rapidement qu'il l'eût fait, sur ces travaux, et n'y ait-il pas alors de quoi s'étonner singulièrement du silence qu'il observe, quand si longtemps encore ses lettres seront pleines d'allusions aux problèmes et aux méthodes

proposés notamment par Fermat ? Et quoi ! lui qui vient de doter la science mathématique de ce merveilleux instrument qui va permettre, — Descartes n'en a-t-il pas le sentiment, — les découvertes les plus fécondes et les plus inattendues, il n'a pas un mot, pas une remarque, quand il constate que l'essentiel de sa méthode était déjà l'œuvre d'un autre ? Lorsqu'il s'agit de l'un des problèmes traités dans sa Géométrie, la construction des tangentes aux courbes, il accepte difficilement l'idée qu'on puisse mettre en parallèle avec la sienne la solution d'un autre, et, quand c'est le principe fondamental qui est en jeu, il ne manifeste aucune préoccupation et ne songe pas à prévenir, par une lettre à Mersenne, les remarques désobligeantes dont ne se priveront pas sans doute les nombreux amis de Fermat ? Et bien non... Ni Descartes, ni Fermat, ni Roberval, ni Mersenne, ni Pascal, ni aucun de ceux qui avaient si naturellement, semble-t-il, un jugement à formuler, ne souligne d'un mot ce fait considérable que la Géométrie analytique de Descartes se trouvait clairement définie, dans son principe et ses applications, par des écrits de Fermat antérieurs à la *Géométrie*.

J'avouerai que de semblables réflexions m'ont empêché longtemps de croire à la réalité du fait lui-même. Mais la lecture de la correspondance de Descartes, de Mersenne et de Fermat ne permettant plus de douter, force nous est de chercher ailleurs la solution de l'énigme, et il n'est pas impossible de la trouver. Si les Mathématiciens du xvi^e siècle pouvaient eux-mêmes nous tirer d'embarras, ils nous diraient très simplement : « Descartes et Fermat ont fait de très belles découvertes, l'un et l'autre ; mais, de grâce, ne leur attribuez ni à l'un ni à l'autre une invention qui date, en réalité, des géomètres grecs ; cessez de vous étonner si, appréciant et discutant leur mérite, nous avons négligé d'insister sur leur idée toute naturelle d'en revenir à l'analyse des Anciens ».

Un tel jugement semblera paradoxal à beaucoup de nos contemporains : c'est qu'il diffère radicalement, en vérité, de ce que les historiens et les penseurs du xix^e siècle nous ont enseigné. On se rappelle dans quels termes Auguste Comte appréciait l'admirable conception de Descartes relative à la Géométrie analytique : « Cette découverte fondamentale, qui a changé la face de la science mathématique, et dans laquelle on doit voir le véritable germe de tous les grands progrès ultérieurs, qu'est-elle autre chose que le résultat d'un rapprochement établi entre deux sciences, conçues jusqu'alors d'une manière isolée ?² » Ailleurs, il explique comment la réforme de Descartes a consisté à

¹ ADAM et TANNER : *Œuvres de Descartes*, t. I, p. 503.

² *Cours de Phys. pos.*, 1^{re} leçon.

ramener les idées de situation et de forme à des idées de grandeur¹. C'est cette appréciation, si aisée à retenir et à formuler, qui prend place définitivement dans l'histoire de la Philosophie moderne. Nous la retrouvons, par exemple, chez l'un des derniers et des plus pénétrants commentateurs des intentions mathématiques de Descartes, chez M. Liard. M. Liard a bien compris que Descartes a eu en vue de constituer une Algèbre plutôt qu'une Géométrie; mais, sur le moyen employé pour cela, c'est-à-dire sur la Géométrie analytique elle-même, son jugement ne diffère pas, au fond, de celui de Comte: « Le premier, dit-il, Descartes vit que la forme d'une figure résulte de la position des points dont elle se compose et que cette position peut être déterminée par des grandeurs, abstraction faite de toute idée de forme. Il ramena ainsi la forme à la grandeur par l'intermédiaire de la position² ».

Et l'idée est si fortement ancrée dans les esprits qu'on en trouve des traces même chez un historien des Mathématiques comme Maximilien Marie. Après avoir dit tout ce qu'il faut pour nous amener à penser que les Grecs ont déjà fait de la bonne Géométrie analytique, il donne l'impression qu'à ses yeux le procédé cartésien ne marque pas seulement un progrès, mais est l'origine d'une révolution radicale.

En fait, cette manière de voir est relativement récente. Si nous nous reportons au XVII^e siècle, nous ne trouvons rien de semblable. Descartes est souvent conduit à parler de sa Géométrie, il insiste sur ce qu'elle apporte de vraiment nouveau, — et l'on comprend qu'il soit pour cela fort peu embarrassé, — mais c'est surtout sur les résultats que se porte son attention. Certes, il les rattache volontiers à sa méthode générale, mais il s'agit là de sa fameuse méthode qu'il ne faut pas confondre avec la méthode analytique de représentation des lignes par les équations. « J'ai seulement tasché, dit-il à Mersenne, par la Dioptrique et par les Météores, de persuader que ma méthode est meilleure que l'ordinaire, mais je prétends l'avoir démontré par ma Géométrie »³. Et comment l'a-t-il démontré? Il a résolu complètement le problème de Pappus; il a simplifié le langage algébrique appliqué à la Géométrie en faisant toujours correspondre une ligne droite à toute combinaison quantitative de longueurs; il a fait une étude des courbes, qui le conduit à une classification rationnelle, et à des règles générales pour trouver les tangentes; surtout enfin, pour la résolution des équations, il a commencé là où Viète a fini. Il aime particulièrement à insister sur ses découvertes algébriques, et c'est

à propos d'elles qu'il parle le plus volontiers d'application de sa méthode. Quand, par exemple, au milieu du second livre, le plus géométrique des trois qui composent sa Géométrie, il vient d'identifier un polynôme à un produit contenant un carré en facteur, « je veux bien en passant, dit-il, que l'invention de supposer deux équations de même forme, pour comparer séparément tous les termes de l'une à ceux de l'autre, et ainsi en faire naître plusieurs d'une seule, dont vous avez vu ici un exemple, peut servir à une infinité d'autres problèmes, et n'est pas l'une des moindres de la méthode dont je me sers ». Je ne citerai pas tous les passages des lettres de Descartes où se manifeste son sentiment d'avoir surtout transformé l'Algèbre. Le lecteur en trouvera quelques-uns dans l'ouvrage de M. Liard, — et je me contenterai d'en appeler à un seul autre témoignage. On sait que Descartes parle assez souvent d'une Introduction à sa Géométrie, qu'a rédigée un autre que lui, ce qui à ses yeux a été préférable, pour permettre à tout le monde de comprendre son livre. Or, nous avons la bonne fortune de posséder cette Introduction. Comme l'a démontré M. Henri Adam⁴, c'est elle qui figure à la Bibliothèque royale de Hanovre, parmi les papiers de Leibniz, quoique n'étant pas de l'écriture de Leibniz, sous le titre : *Calcul de M. Descartes*. Avant de jeter les yeux sur son contenu, demandez-vous, je vous prie, comment vous l'auriez conçue vous-même, pour préparer le mieux possible un contemporain de Descartes à la lecture de son ouvrage. Est-il exagéré de dire que vous auriez consacré un long premier chapitre à la définition des coordonnées, à l'idée de la représentation des lignes par des équations, et que vous auriez multiplié les exemples pour habituer l'esprit à substituer le maniement des égalités algébriques à celui des figures? — Vous n'imaginez pas à quel point vous vous seriez éloigné ainsi du plan du traité où Descartes a trouvé la meilleure Introduction possible à l'intelligence de sa Géométrie. Voici les titres des différents chapitres : I. Calcul des polynômes; — II. Des fractions; — III. Extraction de la racine quarrée; — IV. Des quantités sourdes (lisez : irrationnelles); — V. Des équations. Après quoi, le traité se termine par quatre problèmes donnés en exemple. Et l'idée fondamentale de la Géométrie analytique? Une seule allusion y est faite dans les explications théoriques, et voici comment. On vient de dire que les équations doivent être, pour les problèmes déterminés, en aussi grand nombre que les inconnues, et l'on ajoute : « Que si l'on ne peut trouver autant d'équations qu'on a supposé de

¹ *Id.*, 12^e leçon.

² LOUIS LIARD : *Descartes*, p. 39.

³ *Œuvres de Descartes*, t. I, p. 478.

⁴ *Bull. des Sc. math.*, 1896.

lettres inconnues, cela est un indice que le problème n'est pas entièrement déterminé. Et alors, on peut prendre pour l'une des lettres inconnues telle quantité qu'on voudra, et de sa variété naissent plusieurs points qui tous satisfont à la question, et qui composent des lieux plans, solides ou linéaires, s'il n'y a qu'une équation qui manque, et des lieux de superficie, s'il y en avait deux de manque, et ainsi des autres¹. L'un des exemples est, il est vrai, un problème indéterminé, où la question se résoud par conséquent par un lieu, mais sans autre explication supplémentaire. L'auteur de ce traité, approuvé par Descartes, procède absolument comme si l'idée de la représentation des lieux par des équations était familière au lecteur, et comme si la manière dont la pratique Descartes ne se distinguait que par le perfectionnement de son calcul algébrique.

Nul doute que ces dispositions ne fussent conformes à l'état d'esprit de tous les Géomètres contemporains. Fermat déclare que, chez les Anciens, la recherche des lieux n'était pas suffisamment aisée; mais il a bien le sentiment que son analyse, plus simple il est vrai, se présente comme une suite naturelle aux travaux des Apollonius et des Archimède: il s'y est préparé lui-même, d'ailleurs, par la reconstitution des lieux plans d'Apollonius. Leibniz, dans ses appréciations sur la Géométrie de Descartes, se montre très expressif. Après avoir dit que c'était Golius, très versé dans la Géométrie des Anciens, qui avait appelé l'attention de Descartes sur le problème de Pappus, il ajoute: « Ce problème cousta six semaines à M. des Cartes et fait presque tout le premier livre de sa Géométrie. Il servit aussi à désabuser M. des Cartes de la petite opinion qu'il avait eue de l'analyse des Anciens. J'ai cela de M. Hardy qui me l'a conté autrefois à Paris². » A la vérité, Descartes n'a jamais été prodigue d'admiration pour l'analyse des Anciens, et l'on chercherait vainement un mot, dans sa correspondance, atténuant le jugement que contient le Discours de la Méthode. Mais l'appréciation de Leibniz n'en a pas moins son importance. A ses yeux, la méthode qui a permis de résoudre le problème de Pappus, et qui a ainsi conduit Descartes à tant de beaux résultats, n'est autre que l'Analyse des Anciens³.

111

Au surplus, il est temps de se demander qui donc a raison des hommes du xvi^e siècle ou de ceux du xix^e. Ceux-là ont-ils exagéré l'importance

du lien qui les rattachait aux Anciens? Ou est-ce nous qui avons décidément oublié ce que leur doivent les mathématiciens modernes? Je ne crois pas qu'une hésitation soit possible. Si nous faisons abstraction des progrès réalisés dans l'expression, dans la forme du langage quantitatif, progrès auxquels les géomètres du xvi^e et du xvii^e siècle, notamment Viète et Descartes, ont tant contribué, la Géométrie analytique, la définition et l'étude des courbes d'après les relations quantitatives qui lient les coordonnées d'un point, la recherche et le maniement des lieux correspondant aux égalités où entrent des combinaisons de longueurs et de surfaces, en particulier l'application de ces lieux à la construction de certaines longueurs inconnues, tout cela a été manifestement l'œuvre des Grecs.

Et d'abord il n'est pas nécessaire, je crois, d'insister sur l'erreur de cette formule dont on a abusé, et qui montre dans la Géométrie de Descartes la première substitution de la quantité à la forme pour l'étude des courbes. Il n'est pas une courbe, pas même le cercle, dont la définition et l'étude géométrique ne s'accompagnent, chez les Anciens comme chez les Modernes, d'une propriété quantitative caractéristique; et nous avons fait remarquer ailleurs quel soin rigoureux l'auteur des *Eléments* prenait déjà d'éliminer de ses démonstrations tout ce qui aurait pu être un appel à l'intuition de la forme. Pour que de ces préoccupations naquit la Géométrie analytique proprement dite, il fallait qu'on voulût systématiquement traduire les propriétés quantitatives caractéristiques en fonction des coordonnées d'un point. Or, c'est ce qui se trouve fait incontestablement dans la théorie des coniques, bien avant Apollonius.

Tout le monde sait comment se trouvent définies, chez les Grecs, les sections d'un cône par un plan: chacun des trois cas se distingue par la nature particulière de la relation où se trouve le carré de l'ordonnée par rapport au rectangle que forme l'abscisse avec une longueur donnée. Il y a égalité entre le carré et ce rectangle, si le plan sécant est parallèle à une arête du cône, et la section se nomme alors parabole. Quand le plan sécant ne coupe qu'une nappe du cône, le carré est inférieur au rectangle d'une quantité proportionnelle au carré de l'abscisse, et la section se nomme *ellipse*. Enfin, quand le plan coupe les deux nappes du cône, le carré dépasse le rectangle d'une quantité proportionnelle au carré de l'abscisse, et la section se nomme *hyperbole*. Le langage était assurément très lourd, mais qu'importe? les noms mêmes

¹ *Bull. des Sc. math.*, 1896, t. I, p. 231.

² GERHARDT: *Rem. sur l'ouvrage de la Géométrie de M. des Cartes*, t. IV, p. 316.

³ Descartes d'ailleurs, quand il ne s'agit plus de lui, mais

de ses contemporains, comme Fermat, de qui il a lu au moins, à ce moment, le traité de *Maximis et Minimis*, déclare que « aucun n'a rien su faire que les Anciens aient ignoré » Lettre à Mersenne, t. I, p. 479.

donnés aux trois courbes sont fort éloquentes. Ces expressions proviennent de problèmes quantitatifs déjà posés par les Pythagoriciens et complètement traités sous leur forme la plus générale dans le sixième livre d'Euclide. Les mots *ellipse* et *hyperbole* indiquent que la surface à *appliquer* (παραβάλλειν) à une droite donnée doit être en défaut ou en excès (ἐλλείπον εἶδαι, υπερβάλλον εἶδαι) d'une autre surface donnée. L'*application* à une droite d'un rectangle égal à un carré donné s'appelait le problème de l'*application* ou de la *parabole* simple (παραβολή).

Ces termes sont empruntés à ce qu'on pourrait appeler l'algèbre courante des Grecs; ils étaient usités bien avant qu'il fût question des sections du cône¹.

Les axes de coordonnées sont ordinairement le diamètre de la section et la tangente en son extrémité. Mais le géomètre grec ne s'astreint pas à ce choix unique, et les coordonnées pourront avoir des directions quelconques, non plus même liées à la conique, comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de l'étude de l'hyperbole par rapport à ses asymptotes: Apollonius prend pour coordonnées d'un point les parallèles à des directions fixes *quelconques* menées par le point et limitées aux asymptotes; ce sont, si l'on veut, les distances obliques aux asymptotes, prises dans des directions fixes tout à fait arbitraires. Il établit ainsi d'une manière très générale ce que nous appellerions l'équation de l'hyperbole rapportée à ses asymptotes.

Mais tout cela, dira-t-on peut-être avec Maximilien Marie, n'est pas vraiment la Géométrie analytique; celle-ci « ne consiste pas à rapporter uniquement une courbe à un système d'axes choisi exprès pour elle, puis une autre courbe à un autre système d'axes. Au contraire, elle consiste à rapporter au même système d'axes toutes les courbes simultanément envisagées dans une même recherche, de façon à remplacer l'étude de leurs contingences par celle des solutions communes à leurs équations² ». Quelques lignes plus loin, Marie sent cependant qu'il doit mentionner une exception: « J'ai bien cru pouvoir signaler dans Archimède quelques vestiges d'éléments de Géométrie analytique, mais c'est parce que (savourer ce que cette explication a de délicieux) c'est parce que ce grand homme, ayant à mettre en relation une parabole et une droite, exprime, comme nous le ferions aujourd'hui, la tangente de l'angle que la droite fait avec l'axe de la parabole, au moyen du rapport de la différence des ordonnées de deux de ses

points à la différence de leurs abscisses ». — Mais il y a mieux que cet exemple pour répondre aux exigences de Marie. A défaut des études sur les lieux solides, qui composaient le livre malheureusement perdu d'Aristée, je rappellerai un problème familier à l'Antiquité grecque, sur lequel aucun renseignement ne nous manque, et qui est fort instructif: il s'agit de la construction des deux moyennes proportionnelles. La tradition en rattache la première recherche à la question de la duplication du cube. C'est là vraisemblablement, en effet, la première occasion qui s'offrit de résoudre ce que nous appellerions l'équation du troisième degré, privée du second et du troisième terme; mais ce ne fut pas la seule. Archimède rencontre plusieurs fois une relation quantitative analogue (par exemple, s'il s'agit de construire une sphère égale à un cylindre donné). Comment procède alors le géomètre grec? Il dit simplement que la question se ramène à la construction connue de deux moyennes proportionnelles entre deux longueurs données. Qu'est-ce à dire? Au lieu d'une inconnue, il en prend deux. Nous dirions simplement aujourd'hui qu'ayant à résoudre:

$$x^3 = a^2 b,$$

il prend une deuxième inconnue, y , telle que l'on ait:

$$\frac{a}{x} = \frac{x}{y} = \frac{y}{b}.$$

Les deux inconnues satisfont ainsi naturellement à deux relations, et il suffira de considérer ces inconnues comme les coordonnées d'un point commun aux lieux géométriques, définis par ces relations, pour qu'on sache les construire. Je n'exagère rien, et, pour en convaincre le lecteur, voici la solution du problème, telle que l'avait donnée Ménechme, et telle qu'elle nous est conservée par Eutocius, dans son Commentaire sur Archimède. Je traduis littéralement, sans changer rien aux notations³: « Soient données les droites A et E. Il faut trouver entre A et E deux moyennes proportionnelles. Supposons-les trouvées, et soient B, Γ, ces moyennes. Traçons la droite ΔΙ que nous limiterons au point Δ; portons sur elle ΔΖ égale à Γ, et élevons la perpendiculaire ΘΖ, sur laquelle nous prendrons ΘΖ égal à B. Puisque les trois longueurs A, B, Γ, sont proportionnelles, le carré sur B (τὸ ἀπὸ Β) est égal au rectangle construit sur A et Γ (τὸ ὑπὸ τῶν Α καὶ Γ). Donc le rectangle construit sur la ligne donnée A et sur ΔΖ est égal au carré sur ΘΖ. Donc le point Θ est sur une parabole décrite par Δ. Traçons les parallèles ΘΚ, ΔΚ. Comme le rectangle construit sur B et Γ est donné, — car il est

¹ Cf. P. TANNERY: De la géométrie grecque et de la solution du problème du second degré avant Euclide. *Mémoires de la Soc. des Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, t. IV.

² T. IV, p. 11.

³ HEIBERG: *Œuvres d'Archimède*, t. III, p. 93.

égal au rectangle construit sur A et E, — le rectangle construit sur les lignes KΘ et ΘZ est donné. Le point Θ est donc sur une hyperbole qui admet KΔ et ΔZ pour asymptotes. Le point Θ est donc donné et aussi le point Z. »

Après l'analyse ainsi exposée, le géomètre grec reprend la démonstration par synthèse. J'en fais grâce au lecteur, qui la reconstituera aisément. A la suite de cette solution de Menechme, Eutocius nous en fait connaître une seconde, due au même géomètre, et qui conduit à l'intersection de deux paraboles (celles dont nous écririons les équations : $x^2 = ay$ et $y^2 = bx$).

Il est inutile d'insister, je crois, pour montrer l'identité, quant au fond, de pareils procédés avec ceux qu'emploieront Fermat et Descartes, et je doute que Marie lui-même, si son attention s'était suffisamment portée sur de pareils exemples, eût refusé d'y reconnaître la Géométrie analytique telle qu'il l'a définie.

Est-il besoin d'ajouter qu'il y a assurément loin encore du langage quantitatif si lourd des géomètres anciens à l'Algèbre de Descartes? Mais ce que l'on oublie trop souvent, c'est que, si merveilleux que soient les résultats nouveaux apportés

par Descartes et ses contemporains, ils viennent tout naturellement à la suite des travaux des Grecs. Même pour l'Algèbre, même pour la résolution des racines d'une équation, en dépit de la simplicité de la langue nouvelle, les méthodes sont suscitées par l'exemple des Anciens. Et cela est vrai pour Viète lui-même, qui, pourtant, ne cherche pas de lieux par la Géométrie analytique : le procédé général par lequel il ramène la résolution des équations du 3^e et du 4^e degré à celle d'équations plus simples, et qui consiste à introduire, en outre de l'inconnue X, une deuxième inconnue E, de telle sorte qu'on ait deux relations au lieu d'une, entre A et E, ne rappelle-t-il pas, au fond, le procédé des Grecs pour l'équation du 3^e degré? Fermat, en revenant plus franchement à l'analyse géométrique des Anciens, continuera Viète aussi, dont il respectera jusqu'aux notations *u* et *v*, pour les inconnues dont il fera des coordonnées, et Descartes dira qu'il commence où Viète a fini. La vérité est que, pour les uns et les autres, c'est la connaissance des travaux anciens qui excite leur ardeur et féconde leur génie.

G. Milhaud,

Professeur à l'Université de Montpellier.

LA PROTECTION DES NAVIRES DE GUERRE CONTRE LES MINES ET LES TORPILLES

Pendant la récente guerre russo-japonaise, un grand nombre de cuirassés, de croiseurs et de canonnières ont été détruits par des mines ou des torpilles, c'est-à-dire qu'ils ont été ou coulés immédiatement, ou fortement avariés, de telle sorte qu'ils se sont trouvés en tout cas hors de combat. De nombreux essais ont été tentés pour augmenter encore l'effet de ces armes sous-marines. Ce résultat ne peut, cependant, guère être obtenu par une augmentation de la charge, car une charge plus forte entraîne également une augmentation très sensible des dimensions et du coût de l'engin, tandis que l'effet est loin de croître dans les mêmes proportions que la charge.

Un grand progrès pour la torpille consiste dans l'augmentation de la portée, qui a été amenée, en ces derniers temps, de 500-600 mètres à 2.000 mètres. Les nouveaux supports de la torpille ont rendu l'emploi de cette arme considérablement plus facile dans le canot sous-marin et dans le canot submersible, lesquels ont donné à cet engin une importance plus grande, en dehors de son emploi sur les torpilleurs avec les tubes de lancement aériens et de

l'emploi général des tubes de lancement sous-marins à bord des cuirassés et des croiseurs.

Les mines elles-mêmes, qui jusqu'ici étaient considérées comme moyen de défense des côtes, trouvent maintenant un emploi plus étendu, en ce sens que, dans la guerre russo-japonaise, elles n'ont pas servi simplement à empêcher l'accès des ports et des côtes, mais qu'on les a aussi utilisées fréquemment en haute mer, en les disséminant de nuit ou en cachette sur le parcours que l'adversaire devait suivre vraisemblablement ou qu'on l'obligeait à suivre.

I

A la suite des succès obtenus par l'emploi des mines et des torpilles, la prépondérance du vaisseau de ligne dans la marine de guerre a été sérieusement contestée par les personnalités les plus diverses, notamment en France, et, parmi elles, se trouvent des hommes compétents. On a dit, entre autres, que, si ce colosse de cuirassé qui coûte tant de millions peut être détruit d'un coup par une mine ou une torpille, il serait plus pratique d'em-

ployer le prix de revient d'un gros vaisseau de ligne à la construction d'une série de navires plus petits, tout aussi capables de livrer un combat sur mer que l'ancien cuirassé si lent et si coûteux. Cette dernière phrase contient toutefois un sophisme.

Sans l'appui auprès de l'escadre de cuirassés, les petites unités auraient été dans l'impossibilité d'obtenir des succès de hasard. Pour prendre un exemple dans l'armée de terre, c'est comme si, à la suite d'un succès fortuit obtenu par un détachement de cavalerie à la faveur d'une surprise, on ne parlait plus que de renforcer la cavalerie, parce que,

soi-disant, l'infanterie et l'artillerie n'auraient plus leur raison d'être. Ce qui fera toujours la vraie force des flottes, c'est le vaisseau de ligne solidement cuirassé, capable de parcourir de grandes distances, et muni de grosse artillerie à longue portée, auprès duquel les petites unités trouvent soutien et protection. Ce n'est que grâce à leurs gros cuirassés, pourvus de lourdes pièces d'artillerie à longue portée, que les Japonais ont vaincu la flotte russe et qu'ils l'ont constamment refoulée contre Port-Arthur; sans les gros cuirassés, ils n'eussent jamais pu obtenir une victoire aussi décisive contre la flotte russe, comme le prouve la fuite du *Gesarevitch*, à Tsingtau, poursuivi et cerné par les torpilleurs ennemis. Mais, pour mettre mieux que jusqu'ici à l'abri de coups de hasard ce remarquable moyen de défense que représente un vaisseau de ligne, soit par sa propre puissance, soit comme dépôt de vies humaines précieuses, et aussi comme

arme si coûteuse, valant une trentaine de millions de francs, il sera absolument indispensable à l'avenir de renforcer la cuirasse protectrice sous-marine, de telle sorte que le coup de torpille ne soit plus un danger sérieux pour le vaisseau et ne le mette plus hors d'état de naviguer, voire même de combattre.

On réagirait ainsi du même coup contre le danger des mines et contre les atteintes de l'artillerie en dessous de la ligne de flottaison, qui se sont produites fréquemment dans la guerre russo-japonaise.

Il est évident qu'un tel dispositif entraîne non seulement une augmentation du poids et, par conséquent, du déplacement, mais aussi des frais élevés. Toutefois, ce sacrifice sera compensé par la plus grande sécurité qui en résulte pour le navire lui-même et par le sentiment de cette sécurité plus grande, qui est tout à l'avantage de l'équipage, comme aussi par la supériorité et la majeure possibilité d'emploi qui en seront la conséquence. C'est tout à la fois une assurance contre le danger des torpilles et des mines, et contre les atteintes de l'artillerie au-dessous de la ligne de flottaison.

Le moyen utilisé actuellement contre

les torpilles est le filet protecteur, lequel, cependant, ne protégeant que les flancs et laissant à découvert le fond du navire, ne répond pas au but, d'autant moins encore que la tête des torpilles est pourvue de ciseaux pour couper les filets, ce qui permet à la torpille d'atteindre la coque du navire.

Lorsqu'ils sont tendus pendant la marche, ces

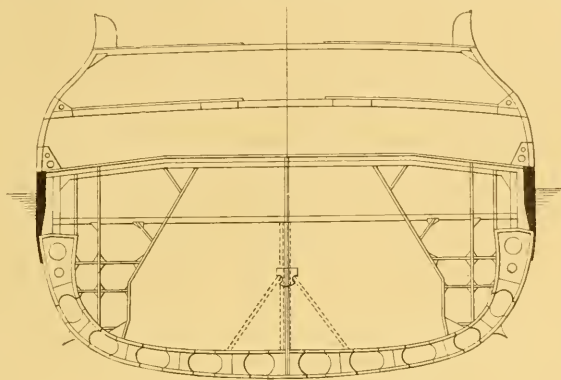


Fig. 1. — Coupe transversale d'un vaisseau de ligne de construction ancienne.

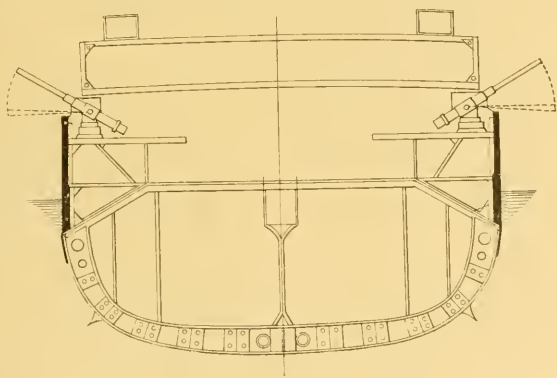


Fig. 2. — Coupe transversale d'un cuirassé de construction moderne.

filets entravent la facilité de mouvement. Puis, leurs supports seront déjà détruits par les projectiles dans les combats à grande distance, de sorte qu'au moment du combat à courte distance les flancs du navire seront à découvert. En outre, ces filets sont également coûteux. Les divers moyens employés par les marines pour la recherche des mines ne sont pas non plus une sécurité absolue contre ces dernières, car, malgré les vapeurs qui précèdent les navires de guerre en tendant entre eux dans l'eau des câbles d'acier, destinés à provoquer l'explosion des mines, il est arrivé que des explosions se sont produites au passage des vaisseaux qui suivaient. Toute la méthode ne peut donc avoir de la valeur que dans des cas isolés, sans pouvoir trouver son application dans une flotte qui attaque ou qui est elle-même attaquée.

II

La seule possibilité d'obtenir une garantie contre ce danger est dans la construction mieux appropriée de la coque et dans une distribution assurant une plus grande étanchéité.

Des esquisses feront mieux comprendre ce que j'entends ici :

La figure 1 représente la coupe transversale d'un vaisseau de ligne de type ancien.

La figure 2 montre la coupe transversale d'un navire de construction moderne.

La figure 3 est la coupe transversale d'un cuirassé du type *Cesarevitch*.

Enfin, la figure 4 montre la coupe transversale

d'un cuirassé avec triple fond et blindage sous-marin : c'est la construction nouvelle qui m'a paru répondre le mieux aux conditions du problème, et que j'ai fait breveter.

En comparant ces diverses figures, on constatera facilement les progrès réalisés dans chaque genre de construction.

Le *Cesarevitch* a été construit en France; son constructeur, M. Huin, a été le premier à utiliser une sorte de cuirasse sous-marine, c'est-à-dire qui recouvre le navire depuis le pont protecteur jusqu'à la base de la coque.

Ce genre de construction semble avoir fait ses preuves dans le *Cesarevitch*, qui s'est enfui de Port-Arthur à Tsing-tau; mais il laisse le fond du navire à la merci des mines et des attaques des torpilles par les

canots sous-marins, attaques qui sont ici les plus dangereuses. En outre, un espace relativement grand peut être rempli d'eau par suite d'une avarie à la coque extérieure.

Le moyen de protection résultant d'un plus grand nombre de compartiments et d'un léger blindage de la coque intérieure se trouve indiqué dans la figure 4. Au lieu

d'un double fond, on a employé un triple fond, ce qui équivaut à une sorte de coussin adapté à la deuxième coque, car les compartiments étanches formés par les cloisons de séparation peuvent être remplis d'air, de liquide ou de toute autre matière appropriée. Les longerons et les traverses des couples sont disposés de manière à se

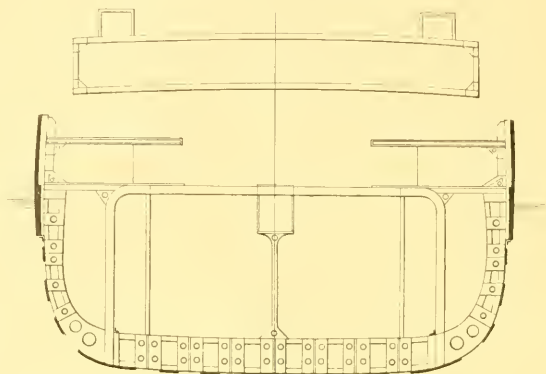


Fig. 3. — Coupe transversale d'un cuirassé du type « Cesarevitch », avec cuirasse tenant depuis le pont protecteur jusqu'à la base de la coque.

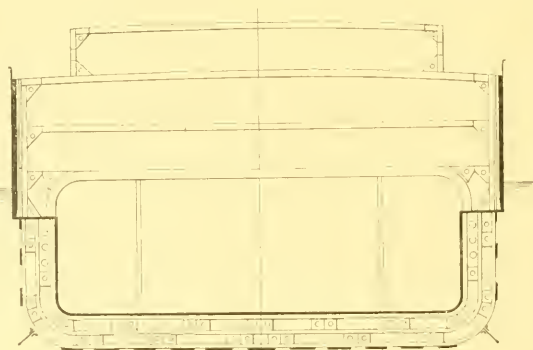


Fig. 4. — Coupe transversale d'un vaisseau de ligne avec triple fond et cuirasse protectrice sous-marine.

surplomber réciproquement dans le fond extérieur et le fond intérieur, de telle sorte que, si une torpille fait explosion contre la paroi extérieure de la coque, l'effet ne se transmet en aucune manière directement sur le blindage de la coque intérieure et ne peut ainsi la détruire, comme cela se produit dans la construction actuelle à double fond.

Le poids exact d'une cuirasse sous-marine dépend de l'épaisseur du blindage de la coque intérieure et de la hauteur des compartiments du triple fond. Pour des raisons pratiques, la hauteur de chaque compartiment mesure généralement 80 centimètres, de sorte que la distance entre la coque extérieure et le fond intérieur est de 1^m,60, ce qui est suffisant pour diminuer de 1/40 l'effet de l'explosion, laquelle donne son maximum de puissance au centre de l'engin. Pour une cuirasse dont l'épaisseur serait de 30 millimètres au fond de la coque intérieure et de 40 millimètres sur les côtés, ce qui

a été jugé suffisant à la suite d'essais faits en France, le poids serait d'environ 700 tonnes.

Il est vrai que le poids d'un navire et son déplacement et, par conséquent, les frais seront augmentés, en adoptant la construction moderne; mais qu'est-ce que cela en comparaison des avantages qu'on y gagne! Car la valeur d'un vaisseau, qui peut résister avec succès à l'assaut des torpilles et au danger des mines, n'est pas seulement doublée, mais multipliée à un degré beaucoup plus élevé. Tandis qu'un vaisseau de construction ancienne, atteint par une mine, est mis hors de combat, le vaisseau muni de la construction moderne, restant conservé, sauve au même instant, et une unité de combat dont la perte serait irréparable sur le moment, et son brave équipage, plusieurs centaines d'hommes.

R. Blochmann,

Ingénieur civil.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

DEUXIÈME PARTIE : MORPHOGÉNIE GÉNÉRALE. ZOOLOGIE SPÉCIALE

Dans une première partie¹, nous avons passé en revue les travaux récents se rapportant à la Philosophie zoologique et à la Cytologie générale; nous allons maintenant examiner ceux qui ressortissent à la Morphogénie générale et à la Zoologie spéciale.

I. — MORPHOGÉNIE GÉNÉRALE. LA POLARITÉ DE L'ŒUF ET LA THÉORIE DE LA MOSAÏQUE.

Les dernières années écoulées ont apporté des contributions importantes à cette grande question, l'une de celles qui dominent l'Embryogénie et la Zoologie tout entières. La solution générale paraît aujourd'hui à la veille de se dégager. Il est donc indiqué d'en résumer les données récentes et leur portée.

Rappelons d'abord en quelques mots comment le problème se pose. Le développement normal est une suite de divisions cellulaires, se succédant dans un ordre constant et produisant des groupements de cellules de rapports également constants, qui évoluent en organes déterminés. L'embryon, à chaque instant, se présente comme une mosaïque de pièces juxtaposées et indépendantes. Mais chacune de ces pièces est-elle réellement autonome, et ne peut-elle donner qu'une portion bien délimitée

de l'organisme? Cela étant vrai dès le début du développement, l'œuf lui-même est-il une mosaïque de portions correspondant aux organes *organbildende Keimbzirke* de His) et se différencie ensuite d'une façon autonome (*Selbstdifferenzierung* de W. Roux), en vertu seulement de tendances internes? Ou bien cette mosaïque n'est-elle déterminée qu'en apparence et, si une pièce vient à en être supprimée, les autres ne la remplacent-elles pas par une régularisation compensatrice? Si oui, ce que devient chaque cellule dépend en partie des circonstances extérieures à elle, et agissant lors du développement; celui-ci est une épigénèse, alors que, dans le premier cas, il était déterminé d'avance, préformé. La solution de cette question ne peut être fournie par la simple observation de l'embryogénie normale, mais par l'expérimentation, en modifiant les rapports des parties et voyant comment celles-ci se développent ensuite. L'expérience type consiste à supprimer, au début de la segmentation, au stade 2 ou 4, ou plus tard, un ou plusieurs blastomères soit en les tuant par la piqure d'une pointe, soit en les dissociant par le secouage ou par un séjour dans l'eau privée de sels de calcium (Herbst) et à observer ce qu'il advient des blastomères restants.

Tous les phénomènes de régénération rentrent aussi dans cette étude. Il va sans dire que nous ne voulons pas même ébaucher ici un résumé de l'en-

¹ Voir la *Revue* du 15 janvier 1906, t. XVII, p. 34.

semble des travaux faits dans cette direction; on en trouve un excellent et récent, dans la partie générale du Traité d'Embryogénie de Korschelt et Heider. Nous nous bornerons aux contributions, d'ailleurs importantes, qui y ont été apportées dans ces derniers temps.

Nous trouvons d'abord un Mémoire de Fischel¹. Cet auteur avait antérieurement montré que, si l'on isole aux stades 2, 4 ou 8 un blastomère de Clénophore, il se développe un embryon partiel offrant 4, 2, ou une rangée de palettes vibratiles, au lieu de 8. C'était même l'exemple le plus net en faveur de la théorie de la mosaïque. Il s'est proposé, dans le Mémoire actuel, de chercher si la disposition qu'affectent ultérieurement les cellules et les organes n'est pas déjà déterminée dans l'œuf non segmenté. Il a opéré sur le *Beroë ovata*, où le vitellus est accumulé dans le centre, le protoplasme à la périphérie. La répartition des matériaux dans l'œuf n'est donc pas isotrope. Correspond-elle à la topographie ultérieure de l'embryon? Pour le voir, sur ces œufs insegmentés, Fischel enlève, à l'aide d'un scalpel, telle ou telle portion. D'une façon générale, les larves qui se développent montrent des anomalies en corrélation régulière avec les parties enlevées. Ainsi, à une section enlevant une calotte méridienne correspondra une larve ayant une ou plusieurs côtes rudimentaires, c'est-à-dire anormales suivant une bande méridienne, tandis que tous les méridiens seront normaux à la suite de la section d'une calotte polaire. Nous ne pouvons entrer dans le détail, mais Fischel tire de ses expériences la conclusion que l'œuf de *Beroë*, avant sa segmentation, offre déjà des localisations correspondant à la disposition future des feuillettes et des organes primordiaux. Le pôle supérieur renferme les matériaux du mésoderme, la surface latérale ceux de l'ectoderme, et la masse interne l'endoderme.

Du même ordre et des plus intéressantes sont les contributions apportées récemment au même problème par Ed. Wilson. Il y a une quinzaine d'années, il avait, en isolant des blastomères d'*Amphioxus*, vu se développer des larves normales, mais plus petites, ce qui paraissait, au moins dans ce cas, une justification parfaite de la notion d'épigénèse. Ces résultats restent, d'ailleurs. Mais leur interprétation est délicate, comme on le verra. Dans un premier Mémoire sur l'œuf d'un Némertien² (*Cerebratulus lacteus*), Wilson a mis en évidence les transformations considérables qui s'opèrent au moment où disparaît la vésicule germinative. A ce moment, en effet, si l'on isole (mérogonie) un frag-

ment nucléé ou non nucléé de ces œufs, il est possible de le féconder par un spermatozoïde et, s'il n'est pas trop petit, il se développera en une larve entière, quelle que soit la portion de l'œuf dont il provienne. Un peu plus tard, au moment de la fécondation normale, il n'y a plus que les fragments nucléés qui peuvent être fécondés. Si, enfin, on isole un blastomère au stade 2 ou 4, il se développe en une larve, non pas entière, mais partielle, c'est-à-dire comme si, conformément à la théorie de la mosaïque, il était encore partie du tout. Cependant, tardivement, il se fait une régénération régulière de certaines portions déficientes. Il faut conclure de tout cela que, chez le *Cerebratulus lacteus*, l'œuf, avant la fécondation, est isotrope, mais que, durant la période qui va de la fécondation à la formation du premier sillon de segmentation, il se produit progressivement une anisotropie, une localisation déterminée, dans les diverses parties de l'œuf, des matériaux cytoplasmiques spécifiques que la segmentation achève d'isoler. Le développement a bien, dès le début de la segmentation, le caractère d'une mosaïque préformée, mais qui s'établit graduellement au cours de la maturation.

L'établissement progressif de l'anisotropie est confirmé par les recherches de Yatsu³; cet auteur, en effet, a constaté que, dans le développement des fragments d'ovules mérogoniques, le pourcentage de ceux qui donnent une larve entière diminue au fur et à mesure qu'on avance dans la période de maturation. Toutes ces conclusions sont corroborées par un travail plus récent d'un élève de Wilson, Zeleny⁴, sur le *Cerebratulus marginatus*; là aussi, l'anisotropie est réalisée progressivement, au cours des processus maturatifs; une étude comparative minutieuse du développement de l'œuf entier et des blastomères isolés, ou de groupes de blastomères, confirme aussi le caractère partiel du développement dans ces deux derniers cas.

Chez les Némertiens précédents, l'anisotropie de l'œuf fécondé ne se traduit pas à l'œil par des différenciations immédiatement constatables. Il est d'autres cas, au contraire, comme d'ailleurs celui des Clénophores étudiés par Fischel, où elle se manifeste plus ou moins par la séparation de matériaux optiquement distinguables. Boveri⁵, il y a quelques années, en a déjà analysé un autre chez un Oursin (*Strongylocentrotus lividus*) avec sa pénétration habituelle. D'autres exemples plus nets nous sont fournis par les Mollusques et les Tuniciers. Parmi les premiers, E. Wilson⁶ vient encore

¹ Journ. of exper. Zool.

² Journ. of exper. Zool., t. II, 1905.

³ Verhdt. phys. med. Gesellsch. Würzburg, t. XXXIV, 1901, et Zool. Jahrb. Anat., t. XIV. Cf. Revue de 1903, p. 615.

⁴ Journ. of Exper. Zoology, t. I, 1904; deux mémoires.

⁵ Arch. für Entwickl.-mech., t. XV, 1903.

⁶ Arch. für Entwickl.-mech., t. XVI, 1903.

d'étudier, avec une grande maîtrise, deux cas très typiques chez un Dentale (*D. entale*) et une Patelle (*P. corulea*).

Chez le Dentale, dès le début, l'œuf montre une différenciation très nette : les deux pôles sont occupés par des zones claires entre lesquelles s'étend une bande équatoriale pigmentée. Or, l'étude du développement normal prouve que ces diverses régions ont des destinées très nettes. La zone polaire supérieure produit l'ectoderme, la zone pigmentée moyenne forme les cellules endodermiques, et la zone claire inférieure donne, au début de la segmentation, naissance à une sorte de lobe temporaire non nucléé (lobe polaire), qui, après des vicissitudes diverses, devient une cellule ($2d=X$), origine de l'ectoderme ventral de l'embryon. Wilson, après avoir étudié ce développement normal, a amputé des parties déterminées de l'œuf non segmenté ou des blastomères. Il a ainsi supprimé le lobe polaire au stade 2 et obtenu des larves dépourvues des parties que donne normalement la cellule $2d=X$ (région post-trochale, glande coquillière, coquille). La suppression de tel ou tel blastomère a des conséquences non moins nettes. Il en est de même si l'on opère sur l'œuf non segmenté (mérogonie) et si on lui enlève une zone déterminée. En supprimant le pôle clair inférieur, qui devient ultérieurement le lobe polaire, on a les mêmes effets que par l'ablation de celui-ci au cours de la segmentation. Ici la localisation des substances cytoplasmiques spécifiques est antérieure à la phase de maturation. Sur la Patelle, Wilson a obtenu des résultats analogues : l'ablation de blastomères ou de groupes de blastomères provoque la réalisation de larves partielles. Par exemple, un groupe de blastomères isolés ne forme une gastrula que s'ils renferment des matériaux normalement destinés à donner l'endoderme. Les Mémoires de Wilson confirment ainsi pleinement et étendent les résultats déjà obtenus, il y a quelques années, par Cranpton sur un Gastéropode, l'*Hyamassa*.

Conklin¹, un des plus habiles observateurs en la matière, arrive à des conclusions entièrement semblables sur l'œuf d'une Ascidie (*Styela partita*). Ici aussi, l'œuf ovarien montre déjà une différenciation très nette de son cytoplasme en couches concentriques. Pendant la maturation et la fécondation, on assiste à un remaniement complet de ces substances : elles prennent une disposition symétrique bilatérale, qui est définitive au cours de la première division de segmentation. Si on isole ensuite, par secouage par exemple, certains des premiers blastomères, on obtient par leur développement des embryons partiels, dans lesquels les la-

cunes correspondent parfaitement à l'absence de telle ou telle substance de l'œuf. Ces résultats, dont nous devons nous borner à mentionner l'ensemble, confirment entièrement ceux que Chabry² avait obtenus avec tant d'élégance, alors que ces questions étaient encore à leur début. Les embryons partiels réalisés ont une tendance tardive à se compléter ; mais cette tendance est limitée, en somme, à la fermeture de l'embryon (nécessité physiologique) : elle ne s'étend pas à la restauration morphologique d'organes entiers.

Nous dirons, enfin, quelques mots des travaux où Morgan³, aidé de ses élèves, a repris l'étude critique de la même question sur l'œuf de Grenouille. W. Roux, l'un des protagonistes des recherches morphogéniques et l'un des fondateurs de la théorie de la mosaïque, avait essayé de l'édifier dès le début sur le développement de la grenouille. Il tuait l'un des deux premiers blastomères en le piquant avec une aiguille rougie au feu ; il obtenait par l'évolution de l'autre un héli-embryon. Par des opérations analogues au stade 4 ou 8, il obtenait de même des embryons partiels ; d'où sa conclusion en faveur de la mosaïque et de l'auto-différenciation (*Selbstdifferenzierung*) des parties du germe. Ces résultats ont été contestés par O. Hertwig et d'autres. Morgan s'efforce de montrer que ces divergences tiennent à ce qu'avec les procédés opératoires employés, on ne fait que rarement des traumatismes comparables. La blessure par l'aiguille rougie varie avec la température de cette aiguille, avec la profondeur où on l'enfonce ; si elle n'est pas assez grande, on ne tue pas le blastomère et l'on obtient, comme O. Hertwig, un embryon entier. En somme, l'œuf de Grenouille est, comme on pouvait s'y attendre, un matériel très inférieur, pour ces questions, aux œufs des Invertébrés marins.

Telles sont, dans leur substance, quelques-unes des contributions apportées tout récemment au grand problème de la morphogénie de l'embryon ; quelles conclusions peut-on en dégager ? L'ensemble de ces recherches concorde, pour les cas considérés, en faveur de la théorie de la mosaïque et de l'auto-différenciation des parties. Elles montrent aussi qu'il faut, avec Wilson, Conklin, Fischel, etc., distinguer entre la segmentation proprement dite et la localisation des substances cytoplasmiques spécifiques dans l'œuf. Celle-ci préexiste à celle-là et a l'importance primordiale : la segmentation ne fait que séparer peu à peu définitivement, dans des cellules différentes, des substances dont la disposition respective était

¹ Thèse Fac. Sc. Paris et Journ. Anat. et Physiologie, 1887.

² Arch. für Entwickl.-mech., t. XXIII, 1904, et XIX, 1905.

³ Journ. of exper. Zoology, t. II, 1905.

déjà fixée à l'avance et qui sont le substratum des organes primordiaux de l'embryon. Il peut n'y avoir point coïncidence entre les deux ordres de faits. Ainsi, chez les Annélides et les Mollusques, la segmentation se fait suivant un mode spiral alors que les diverses substances cytoplasmiques de l'œuf ont une distribution bilatérale. Brachet a fait une constatation du même ordre chez la Grenouille. En tout état de cause, l'étude précise du développement normal est la préface obligatoire de toute recherche expérimentale; c'est la base adoptée par Wilson et ses élèves, mais trop souvent négligée ailleurs.

L'ensemble des faits précédents, sur la localisation des substances cytoplasmiques dans l'œuf et ses rapports avec la tectologie future de l'embryon, éclaire aussi certains résultats très singuliers que l'on a rencontrés dans les recherches sur la parthénogénèse expérimentale. Lillie¹, faisant agir KCl sur des œufs de Chétophtère, voit ceux-ci prendre, sans se segmenter et en restant uninucléaires, une forme rappelant la larve Trochophore, et acquérir une ciliation analogue à celle de cette larve. La localisation des substances spécifiques de l'œuf manifeste dans ce cas des propriétés morphogènes, en l'absence de toute segmentation.

Ce dernier fait, comme d'ailleurs l'ensemble de tous les précédents, et notamment l'étude de l'œuf des Cténophores par Fischel, celle de l'œuf du Dentale par Wilson (en particulier les propriétés si frappantes du lobe polaire), montrent à l'évidence le rôle capital du cytoplasme dans ces phénomènes. C'est le cytoplasme qui paraît être, au moins pour la plus grande part, le siège des facteurs morphogéniques : le noyau n'exerce qu'une action indirecte.

On arrive aussi, sans grand peine, à concilier les résultats en apparence opposés des premières expériences faites : les cas tels que ceux des œufs d'*Amphioxus* ou d'Oursins, où des blastomères isolés se développent comme l'œuf tout entier, et les précédents. Pour les Echinodermes, une étude plus attentive a montré que les blastomères isolés se développent d'abord conformément à la théorie de la mosaïque, mais que, de bonne heure, se manifestent des processus de reconstitution compensatrice, de *régulation*, comme disent les auteurs anglais et allemands. La possibilité, pour un blastomère, de fournir un embryon entier, immédiatement ou finalement, peut s'expliquer, en vertu de la théorie de la mosaïque, si l'on admet : 1° que ce blastomère contient encore, comme l'œuf, toutes les substances spécifiques nécessaires à l'édification de l'être; cela

peut fort bien être réalisé encore chez certaines formes telles que l'*Amphioxus* ou l'Oursin au stade 2 ou au stade 4; 2° qu'il s'opère dans le ou les blastomères isolés un remaniement rapide de ces substances spécifiques, comme il s'en fait dans l'œuf lui-même des Némertiens lors de la maturation; de la sorte, le blastomère isolé serait une réduction parfaite de l'œuf lui-même et se développerait comme lui; on peut imaginer que cette seconde condition est possible pour certains œufs et ne l'est pas pour d'autres. Alors, suivant les conclusions de Fischel, qu'adopte Wilson, il n'existerait pas deux catégories d'œufs distinctes, ainsi que le veut Driesch, les uns du type *mosaïque*, les autres dits à *régulation*; tous les œufs appartiendraient à la première et ne différencieraient que par la facilité et la rapidité plus ou moins grandes avec lesquelles, dans un blastomère déterminé, peut s'opérer une réorganisation reconstituant la structure de l'œuf lui-même. A ce titre, ils appartiendraient aussi à la seconde.

La constitution des parties fondamentales de l'embryon, sa tectologie générale, est donc, au moins le plus souvent, déterminée matériellement dès l'œuf dans ses grandes lignes. Il y a donc dans le développement une part notable de préformation. Mais cette conclusion ne peut être valable que pour les grandes lignes. Aucun fait ne prouve qu'elle soit applicable aux différenciations tardives et de détail. Même pour la tectologie générale, cette préformation doit être envisagée comme un résultat *a posteriori*, une manifestation particulière de la condensation embryogénique, et non comme une propriété *a priori* de l'œuf. En effet, on ne peut pas dire d'une façon absolue qu'un organe est représenté d'une façon nécessaire par une portion de l'œuf ou plus tard par un blastomère, car si l'un ou l'autre viennent à être supprimés et si l'on a un développement partiel, il intervient toujours finalement des phénomènes de régulation qui tendent à restaurer aux dépens du reste de l'organisme les parties manquantes.

C'est aux mêmes préoccupations que doivent être rattachées les nombreuses recherches effectuées sur l'influence possible du système nerveux sur la différenciation des autres organes. Son influence régulatrice sur le fonctionnement des divers organes, dès qu'il est lui-même fonctionnel, est naturellement indéniable; c'est de son rôle morphogène possible qu'il s'agit; on est porté à lui en attribuer un, par l'habitude que l'on a de son importance physiologique. Or, sur ce point, d'importantes Mémoires ont été récemment publiés. Nous citerons d'abord celui de Goldstein¹.

¹ Cf. *Revue* de 1903, p. 613.

¹ *Arch. für Entwickl.-mech.*, t. XVIII, 1901.

Le principe de ses expériences, suite de celles de Loeb, de Born, de Schaper, etc., est d'enlever à une larve de Batracien une partie de ses centres nerveux, soit le cerveau et le cervelet, soit la moelle et, de voir ensuite comment s'effectue le développement des organes.

Or, on constate qu'il s'opère normalement; il n'y a donc pas d'action directrice morphogène du système nerveux, pendant la période larvaire. En est-il de même pour la régénération? Certains faits pourraient faire prévoir une réponse opposée. Herbst, par exemple, a montré que l'extirpation de l'œil chez certains Crustacés Décapodes donne lieu à régénération d'un appendice antenniforme, quand, dans l'opération, le ganglion optique a été enlevé avec l'œil et, au contraire, à régénération d'un œil si le ganglion a été respecté. Ici la présence ou l'absence de l'appareil nerveux paraît être le facteur morphogène. Chez les Batraciens, il a déjà été fait de nombreuses expériences en vue d'éclaircir cette question: Goldstein conclut de celles qu'il discute que, chez les animaux encore en voie de développement, chez les larves, la régénération elle aussi s'accomplit indépendamment du système nerveux; la forme peut être restaurée en l'absence de celui-ci. Mais il ne croit pas pouvoir émettre la même affirmation pour l'animal ayant achevé sa différenciation, arrivé à la période d'activité fonctionnelle des organes. Godlewski¹, à la suite d'expériences analogues, se rallie aux conclusions de Goldstein pour les stades jeunes, mais déclare la présence du système nerveux nécessaire à l'évolution des processus régénérateurs chez l'adulte.

L'une des difficultés d'interprétation dans ces expériences consiste à éliminer véritablement l'influence du système nerveux. Il ne suffit pas de sectionner la moelle; elle peut, surtout pendant les stades jeunes, avoir un fonctionnement autonome, hors de toute communication avec le cerveau: il ne suffit même pas de la détruire seule; car on a fait, à beaucoup d'expériences où elle était détruite, l'objection que les ganglions spinaux pouvaient être les agents de l'influence du système nerveux. Il faut donc un déterminisme expérimental très rigoureux.

Wintrebert², à qui nous devons, sur le rôle possible du système nerveux dans le développement ou la régénération, une série de recherches effectuées avec une précision et une habileté expérimentales méritoires, ne se rallie pas aux conclusions de Goldstein, en ce qu'elles ont de restrictif pour le cas de l'adulte. Chez un Axolotl adulte amputé de la patte postérieure droite, et chez lequel la moelle

lombo-sacrée avait été détruite, la régénération du membre fut obtenue par lui avec tous ses caractères morphologiques, plus vite même que chez un témoin à système nerveux intact. Il en conclut donc que les forces héréditaires, quelles qu'elles soient, peuvent, même chez l'adulte, à elles seules, restaurer la forme, indépendamment de toute action du système nerveux³.

Donc, on peut considérer comme établi que le système nerveux n'a par lui-même, à aucun stade, une influence morphogène; mais cela n'implique nullement une indépendance des parties, les unes par rapport aux autres, dans la différenciation des organes, et, parmi les travaux récents, les recherches expérimentales sur le développement de l'œil, dues à Lewis⁴ et à H. Speemann⁵, montrent, au contraire, de très intéressantes corrélations. Ces auteurs ont étudié la régénération, chez les Amphibiens (*Rana* et *Triton*), des parties ectodermiques de l'œil (la cornée et le cristallin).

Dans le développement normal, ces parties de l'œil se différencient vers le moment où la vésicule optique évaginée du cerveau arrive au contact du feuillet externe; leur différenciation est-elle une évolution autonome de l'ectoderme, ou a-t-elle lieu sous l'influence du voisinage de la cupule optique? Les expériences très ingénieuses de Lewis, confirmées par Speemann, font pencher vers la seconde alternative. En effet, Lewis a pu, chez des larves, repousser le globe oculaire en voie de développement vers l'extrémité postérieure du corps; et alors, s'il vient au contact de l'ectoderme dans ces régions, celles-ci différencient, *in situ*, un cristallin, en un point où normalement ne devrait se former que de la peau ordinaire; dans une autre expérience, Lewis enlève la zone de l'ectoderme qui normalement formerait le cristallin et la remplace par une greffe de peau abdominale empruntée à une autre espèce de grenouille. Cette greffe différencie un cristallin au contact de la cupule optique. Le contact de la rétine est bien l'élément causal qui amène la différenciation du cristallin, car, dans ces deux expériences, il arrive souvent qu'à la suite de l'intervention, la cupule optique se développe dans la profondeur, séparée du tégument par des épaisseurs de tissu conjonctif. Dans ces cas, où son contact avec l'ectoderme fait défaut, ni dans l'une ni dans l'autre des deux expériences l'ectoderme ne produit de cristallin. Ces expé-

¹ Signalons aussi en passant, parmi les intéressantes recherches de Wintrebert, encore à l'état de courtes notes préliminaires, ses expériences très démonstratives sur l'existence transitoire, chez les Amphibiens, d'une irritabilité excito-motrice primitive, indépendante des voies nerveuses (*C. R. Soc. Biol.*, t. LVII, 1904 et t. LIX, 1905).

² *Amer. Journ. of Anat.*, t. III, 1904.

³ *Zool. Anz.*, t. XXVIII, 1905.

⁴ *Bull. Intern. Acad. Cracovie*, 1904.

⁵ *C. R. Acad. Sc. et C. R. Soc. Biologie*, 1903-1905 *passim*.

riences montrent d'abord que toute portion de l'ectoderme peut, en principe, former un cristallin, et que cette formation est essentiellement sous l'influence déterminante du contact de la cupule optique. Il y a là un exemple frappant de l'influence réciproque des parties dans la morphogénie, une limitation au principe de la différenciation autonome, un fait patent de corrélation épigénétique.

En réalité, la part de la corrélation, ou si l'on veut de la *régulation*, est très grande; de nombreuses recherches ont été consacrées aussi dans ces derniers temps à ce sujet par Godlewski, Child¹, etc. Zeleny² nous en fournit une intéressante série d'exemples empruntés à divers groupes; nous dirons seulement ici quelques mots de ses observations et expériences sur l'opercule des Serpuliens du genre *Hydroïdes*. Dans ce genre, le panache branchial offre deux opercules, l'un bien développé, l'autre rudimentaire; on trouve à peu près nombres égaux d'individus chez lesquels le premier est à gauche et le second à droite, ou inversement. Zeleny a expliqué d'abord ces variations. En effet, si l'on suit un même individu suffisamment longtemps, on voit à un certain moment l'opercule bien développé s'autotomiser, et immédiatement l'autre prend un développement compensateur, tandis que le premier est remplacé par un opercule rudimentaire. Il se produit une inversion des opercules. Ainsi s'explique, par l'existence de ces phases alternatives, la double série constatée sur les individus que l'on peut recueillir.

Mais si, expérimentalement, on ampute à un *Hydroïdes* son gros opercule, on voit immédiatement s'opérer la même inversion que précédemment. Cela rappelle les rapports des pinces des *Alpheus*, tels que les a mis en évidence Przibram³. Si l'on provoque l'autotomie de la grosse pince de ce Crustacé, la petite se transforme aux mues suivantes en une grosse, tandis qu'à la place de la première s'en régénère une petite. Ed. Wilson⁴, qui a répété les expériences de Przibram, a obtenu la même inversion; mais, de plus, il a constaté qu'elle n'avait pas lieu en général si, après l'autotomie de la grosse pince, on coupe le nerf de la petite à sa base.

Wilson en conclut à juste titre qu'ici, comme pour les faits de régénération de l'œil constatés par Herbst, le système nerveux intervient dans ces phénomènes de régulation; mais cette influence ne paraît pas devoir être interprétée nécessairement comme morphogène. L'espèce réalise un certain état

d'équilibre comportant l'inégalité des deux pinces; quand il est atteint, il s'exercerait par les nerfs une action inhibitrice sur la petite, qui est morphologiquement un stade du développement de la grande. L'amputation de celle-ci supprimerait cette action inhibitrice, d'où l'achèvement du développement de la petite pince. L'action du système nerveux serait donc inhibitrice et non morphogène, ce qui serait conciliable avec les conclusions tirées plus haut des expériences sur les Amphibiens. Les faits présentés par les opercules des *Hydroïdes* pourraient s'expliquer de même.

Nous n'avons parlé, dans ce qui précède, du problème de la régénération que dans ses connexions avec celui de la morphogénie générale. Il y aurait bien des contributions de fait à analyser. Nous mentionnerons ici les études précises faites sur les Hydraires par Billard¹, régénération, greffe, etc.), et l'intéressant travail de Bordage² sur l'autotomie et la régénération chez divers Insectes, notamment les Phasmides. Dans la régénération des pattes, le tarse normalement pentamère se reforme tétramère, ce que Bordage, d'accord avec Giard, interprète comme la réapparition d'un caractère ancestral (hypotypie). Bordage, enfin, se range parmi les défenseurs de la loi de Lessona, d'après laquelle la sélection agit directement sur la puissance régénératrice; un organe serait d'autant plus facilement régénéré que sa perte est plus facile et sa restauration plus utile à l'espèce.

II. — ZOOLOGIE SPÉCIALE.

La plupart des travaux qui ne concernent que la morphologie d'un groupe déterminé, sans poser en même temps de question générale, pour importants que soient quelques-uns d'entre eux, ne s'adressent qu'à un nombre restreint de spécialistes. Aussi réduisons-nous ici leur place au minimum.

§ 1. — Phylogénie.

Il y aurait à s'arrêter aux Mémoires relatifs à la phylogénie, parce qu'ils relient des notions concernant des groupes variés. Mais ils sont presque toujours l'expression d'idées théoriques qu'il est difficile d'exposer avec intérêt sans les développements que leur donne l'auteur. Dans cette direction, nous signalerons cette année deux travaux relatifs aux Echinodermes. L'un est dû à E. Meyer³, dont les recherches sur la morphologie des Annélides font

¹ V. Arch. fur Entwick.-mech. et Journ. of Exper. Zool.

² Journ. of Exper. Zool., t. II, 1905.

³ Arch. fur Entw.-mech., t. XI, 1901.

⁴ Biolog. Bulletin, t. IV, 1903.

¹ Thèse Fac. Sc. Paris, 1904, et Ann. Sc. Nat. Zoologie, s. 1, XX.

² Thèse Fac. Sc. Paris, 1905, et Bull. Sc. France et Belgique, t. XXXIX.

³ Zool. Jahrb. Abth. f. Anat., t. XXI, 1904.

autorité, l'autre à Hérouard¹. Meyer cherche, dans le système aquifère, cet appareil si caractéristique des Echinodermes, la clé de l'énigme de leur origine, en imaginant des adaptations successives de leurs ancêtres, au cours desquelles cet organe se serait constitué aux dépens du coelome et aurait acquis son asymétrie actuelle par rapport à la larve bilatérale de ces animaux. Hérouard essaie, sous le nom de *Théorie de la Pentasomæa*, de ramener les divers systèmes cavitaires des Echinodermes au coelome et à ses dépendances chez l'*Amphioxus* et les Vertébrés, de façon à rattacher les deux ensembles à une souche commune.

Nous avons rappelé, l'an dernier², l'important mouvement de recherches minutieuses et descriptives sur la segmentation, qui dérive en dernière analyse des travaux de Whitman sur le développement de la Clepsine, et surtout d'Ed. Wilson sur le *Nereis*. Il en est résulté l'identité pour ainsi dire parfaite de la segmentation et de la différenciation des feuilletés chez les Turbellariés (Polyclades), les Annelides (Clétopodes et Hirudinées), les Géphyriens, les Mollusques, etc... Dans ce vaste ensemble, toutes les espèces étudiées se sont montrées comparables, cellule par cellule, chez leurs embryons. Cette année encore, divers travaux sont venus augmenter le nombre des confirmations de cette loi générale. Fujita³ l'a vérifiée sur divers Opisthobranches, Casteel⁴ sur un Nudibranche (*Fiona marina*), Nelson⁵ sur une espèce du genre *Dinophilus*. Ce dernier animal est très important au point de vue morphologique ; on le considère généralement, en effet, comme un prototype des Annelides ; sa segmentation est de tous points conforme à la leur ; mais, suivant Nelson, on y relève plusieurs faits qui écartent l'idée d'une forme primitive, et l'auteur tend plutôt à y voir un type régressif resté à l'état de larve progénétique, idée exprimée d'ailleurs autrefois par Metchnikoff. Woltereck⁶, enfin, a étudié de la même façon le *Polygordius*, autre forme souvent considérée aussi comme une Archiannelide, et retrouvé les mêmes relations entre les diverses cellules, en y notant cependant un caractère général primitif, dont témoigne l'égalité des cellules du quadrant *d* avec les autres.

L'identité du développement implique une parenté entre tous ces groupes. Mais quel est l'ordre de leur filiation respective ? Lang⁷, dans un Mémoire que nous avons signalé l'an dernier, la con-

çoit dans l'ordre : Cœlentérés primitifs → Cténophores → Polyclades → Hirudinées → Annelides. Ces dernières seraient le terme ultime de la série. Hubrecht¹, se fondant notamment sur les variations dans l'origine du mésoderme qu'il discute en détail, se rallie à un ordre inverse. Les Plathelminthes seraient des formes dérivées, et les Cténophores un rameau extrême modifié par une adaptation secondaire à la vie pélagique. Woltereck, à qui nous devons de remarquables travaux sur le développement des *Polygordius*², est également amené à envisager ce problème et à le résoudre, en fait, à la façon de Lang, mais à la lumière de la conception, en grande partie personnelle, qu'il a de la larve Trochophore³ et qui mérite d'être rapidement exposée.

Il résulte, en effet, de ses études sur le développement du *Polygordius*, que la larve qui est le type classique de la Trochophore, depuis les travaux d'Ilatschek, n'est en fait qu'une sorte d'appareil provisoire sur lequel l'Annelide définitive se forme d'une façon comparable à celle du Némertien sur le *Pilidium* ou de l'Echinoderme sur sa larve *Dipleurula*. En effet, au stade *Trochophora*, le futur *Polygordius* n'est représenté que par deux zones prolifératives, assez comparables à des *disques imaginaires* d'une larve d'insecte : l'une, le disque céphalique, donnera le prostomium ; l'autre, le disque préanal, donnera tout le tronc à partir de la bouche. Toute la portion située entre elles, c'est-à-dire la masse presque totale de la larve, est caduque comme un *Pilidium* ; elle s'élimine par une véritable *métamorphose*, lors du passage de la vie pélagique à la vie sur le fond (benthique). Chez les types à développement caduque, comme les Capitelles, ces portions larvaires caduques sont réduites au minimum, à la couronne ciliée architrocale. Mais alors la valeur phylogénique attribuée généralement à la *Trochophora* est-elle justifiée, ou n'est-ce qu'une forme larvaire résultant d'une adaptation secondaire de l'embryon à la vie pélagique ? Pour Woltereck, le mode de développement qu'on trouve chez le *Polygordius*, c'est-à-dire avec *Trochophora* bien différenciée et métamorphose accompagnée de rejet de parties larvaires, est le primitif, comme, chez les Némertiens, le développement par *Pilidium* est plus primitif que le développement direct. La segmentation des Annelides (ainsi que des Cténophores, Polyclades, Mollusques, etc...) aboutit à un embryon à symétrie radiée. La Trochophore typique, elle aussi, a la même symétrie (*Polygordius* (Woltereck), *Lopadorhynchus* (Klei-

¹ Bull. Soc. Zool. France, t. XXIX, 1904.

² Revue de 1904, p. 606.

³ Journ. Imper. Univ. Tokyo, t. XX, 1904.

⁴ Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia, t. LVI, 1904.

⁵ Ibid., t. LVI, 1904.

⁶ Archiv für Entw.-mech., t. XVIII, 1904.

⁷ Jen. Zeitsch., t. XXXIV, 1904 ; Cf. Rev. ann. Zool., 1904, p. 606.

¹ Jen. Zeitsch., t. XXXIX, 1905.

² Zoologica, Heft XXXIV, 1902. Cf. Rev. ann. Zool., 1903, p. 618, et Arch. für Entw.-mech., t. XVIII, 1904.

³ Zool. Anz., t. XXVIII, 1904.

nenberg, Meyer). Tous ces groupes dériveraient donc d'ancêtres à symétrie radiée, c'est-à-dire de formes voisines des Cœlentérés pélagiques, dont les Cténophores seraient, dans la Nature actuelle, les représentants les moins modifiés, et ils auraient pris la symétrie bilatérale en s'adaptant à la vie benthique. Le développement, tel qu'il s'accomplit chez les *Polygordius* (*Trochophora* typique et métamorphose), serait donc la répétition typique et primitive du passage de la vie pélagique à la vie benthique, tel qu'il s'est effectué au cours de la phylogénie; le développement direct et sans forme larvaire proprement dite en serait dérivé secondairement. Ce qui caractérise spécialement le groupe des Annélides et le sépare des Turbellariés, par exemple, c'est la différenciation de deux centres terminaux de formation de l'adulte sur la larve.

§ 2. — Protozoaires.

Nous ne trouvons pas cette année de faits nouveaux comparables à ceux que nous ont apportés les années précédentes. Mais les problèmes posés ont suscité de nouvelles recherches, qui ont plus ou moins modifié nos idées. Il nous faut donc revenir sur deux des faits les plus intéressants de nos revues précédentes.

En 1903, nous avons longuement analysé l'important travail de Calkins sur le cycle évolutif des Infusoires, et nous avons dit qu'il avait réussi à conduire des *Paramecies* à la 663^e génération asexuée, sans faire intervenir le rajeunissement karyogamique de Maupas, en mettant en œuvre, pour éviter ou enrayer les périodes de dépression, des moyens non sans analogie avec ceux qui permettent la parthénogénèse expérimentale. Un dernier travail de Calkins¹ nous fait connaître la mort finale de toutes les lignées à la 742^e génération, malgré toutes les tentatives faites pour stimuler les Infusoires. Résultat presque inévitable si l'on songe à l'extrême difficulté de conduire durant des années de pareilles expériences; mais les circonstances qui ont accompagné cette disparition totale méritent d'être résumées. Aux deux premières dépressions, les Infusoires présentaient des phénomènes de nanisme; l'endoplasme était vacuolaire, le macronucléus granuleux avec tendance à la désintégration; en revanche, l'ectoplasme et le micronucléus restaient normaux. C'était le tableau d'un Infusoire soumis au jeûne; ici, la nourriture était abondante, mais la *Paramecie* ne savait plus la digérer. À la 3^e dépression, et surtout dans la période finale, les symptômes morbides ont porté uniquement sur le micronucléus et l'ectoplasme, c'est-à-dire sur les parties plus particulièrement en

rapport avec la reproduction, et l'on conçoit qu'il en soit résulté la « mort germinale » de la race, les stimulants, capables seulement de rajeunir les organes de la vie végétative, n'agissant plus.

Il faudrait donc conclure que les Infusoires ont un cycle fermé et une mort naturelle, comme le voulait Maupas; mais il est certain que le nombre des générations asexuées d'un cycle peut être quatre ou cinq fois plus considérable qu'on ne pouvait le supposer avant les expériences de Calkins.

Dans un travail tout récent, Enriques² s'élève contre la conception de Maupas, sur la dégénérescence sénile; il prétend qu'on peut garder des Infusoires indéfiniment en bon état et se reproduisant par voie asexuée, sans même faire intervenir de stimulants; il les préserve pour cela de l'intoxication qui résulte de la flore microbienne ambiante par des changements répétés de milieu. Il est ainsi parvenu, après sept mois et demi, à la 683^e génération de *Glaucoma scintillans*, sans la moindre période de dépression.

Il nous faut revenir, cette année, sur les faits surprenants annoncés, il y a juste deux ans, par Schaudinn³ et relatifs aux rapports génétiques entre Hématozoaires endoglobulaires, Trypanosomes et Spirochètes. Nous avons déjà enregistré⁴ les faits confirmatifs apportés par les Sergent. Depuis, des contradictions sont venues des recherches de Novy et Mc Neal sur les Hématozoaires d'Oiseaux⁵. On sait que ces savants ont réussi à cultiver purement les Trypanosomes dans un milieu gélose-sang. Disons, pour résumer d'un mot l'état actuel de la question, que les Trypanosomes pathogènes se cultivent péniblement ou pas du tout, tandis que les cultures des Trypanosomes non pathogènes, en particulier ceux des Oiseaux, s'accomplissent dans des conditions excellentes, comparables à celles des Bactériacées. Ainsi, Novy et Mc Neal ont réussi des cultures avec du sang d'Oiseau, où l'examen microscopique prolongé ne révélait aucun Trypanosome. En revanche, les Hématozoaires endoglobulaires ne se cultivent pas.

Ces savants ont voulu utiliser leur méthode d'analyse des Hématozoaires d'Oiseaux à la solution du problème posé par Schaudinn. Pas plus que Thiroux⁶, qui a travaillé sur le trypanosome du Padda, ils n'ont pu recueillir un seul fait en faveur de la thèse de Schaudinn, et ils concluent que ce dernier a été victime de la coexistence de parasites variés chez *l'Althene noctua*; les Trypanosomes, très rares dans le sang et pouvant passer inaperçus,

¹ *Acad. des Linces Rendiconti*, t. XIV, 2^e sem. 1905.

² *Revue de* 1905, p. 602.

³ *C. R. Congrès de Bern.*

⁴ *Journ. of Infect. Diseases*, t. II, 1905.

⁵ *Ann. Inst. Pasteur*, t. XIX, 1905.

⁶ *Journ. exp. Zool.*, t. I, 1904.

se multiplient activement chez le moustique comme dans leurs tubes de culture. A notre avis, c'est aller un peu loin, et il nous semble qu'on n'a pas le droit, *a priori*, de conclure de ce qui se passe dans un tube de culture aux phénomènes qui s'accomplissent dans le tube digestif d'un second hôte, Moustique ou autre Invertébré.

On ne peut donc infirmer les conclusions de Schaudinn qu'en montrant l'inexactitude des faits précis sur lesquels elles s'appuient et qui paraissent minutieusement observés au point de vue cytologique.

Mais ce qui paraît certain dès maintenant, c'est que le cycle évolutif établi pour deux espèces d'*Athene noctua* n'est nullement général, qu'en particulier les Trypanosomes de Mammifères n'ont que des formes flagellées dans leur cycle évolutif. Cela résulte nettement du travail de Prowazek¹ sur le cycle évolutif du *Trypanosoma Lewisii* des rats (dont il a suivi l'évolution chez le pou *Hæmatopinus spinulosus*, évolution qui serait précédée de la copulation de deux formes flagellées hétérogames), comme des renseignements encore incomplets que l'on possède sur les autres Trypanosomes de Mammifères, en particulier sur le développement du Trypanosome humain chez la *Glossina palpalis*.

Le seul fait nouveau en faveur de la thèse de Schaudinn serait celui tiré du *Piroplasma* (ou *Leishmania*) *donovani*, agent d'une splénomégalie de l'Inde et d'autres pays : morphologiquement comparable aux Piroplasmes dans le corps humain, il donne des formes flagellées voisines des Trypanosomes dans les cultures pures réalisées pour la première fois par Rogers².

En tout cas, il est un point de sa thèse que Schaudinn paraît lui-même abandonner : c'est celui qui est relatif à la parenté des Trypanosomes et des Spirochètes. Il vient de déclarer³ que la forme spirochètienne de l'*Hæmameba ziemanni* (en réalité un Trypanosome long et ténu) était loin des vrais Spirochètes.

Devons-nous enregistrer comme une conquête de notre science la brillante découverte faite par l'un des nôtres, Schaudinn, de l'agent pathogène de la syphilis, le *Spirochete* (ou mieux *Treponema*) *pallida*; en d'autres termes, le groupe comprenant les *Spirochete*, *Treponema*, *Spirillum* et aussi *Vibrio*, doit-il être placé dans les Protozoaires ? Au point de vue morphologique, en particulier par la structure de l'appareil chromatique qui va d'un bout à l'autre du corps, ces formes rappellent surtout les Bactériacées. La membrane ondulante des *Sp-*

rochete (s. s.) n'a pas de filament bordant ; partant, il lui manque complètement l'appareil flagellaire si caractéristique des Flagellés et il est fort douteux que les cils des autres genres soient homologues à ceux des Flagellés. Morphologiquement, la question reste en suspens, et peut-être y restera-t-elle, car il est fort possible qu'il s'agisse d'un groupe de formes où aucun des critères distinctifs des deux règnes ne puisse être applicable. Physiologiquement, un argument important en faveur de la nature protozoaire des Spirochètes du sang est le fait bien établi que les parasites ont pour second hôte un Invertébré, Acarien ou Punaise, et qu'ils peuvent passer par l'œuf de l'Invertébré.

Cette existence nécessaire d'un second hôte nous permet aussi de supposer qu'un certain nombre de parasites du sang, ultra-microscopiques, traversant des bougies filtrantes, tels que les agents de diverses maladies du bétail dans l'Afrique du Sud, et surtout le germe de la fièvre jaune, appartiennent au règne animal. Pour le virus amaril, l'argument a d'autant plus de valeur qu'on peut affirmer que le moustique est un second hôte au sens zoologique du mot et qu'il s'y joint ce fait, récemment démontré⁴, que le germe peut passer par l'œuf de l'insecte.

Et ainsi nous voyons l'embranchement des Protozoaires se révéler chaque jour avec plus d'ampleur, tant dans les particularités des cycles évolutifs que dans le nombre toujours plus grand de formes qu'il englobe.

§ 3. — Groupes divers de Métazoaires.

Minchin⁵ a publié de très intéressantes considérations sur la phylogénie des Éponges, en particulier des Hexactinellides ; il admet que le feuillet gastrique (à cellules collaires) était d'abord continu et situé au milieu du feuillet dermique trabéculaire ; secondairement, ont apparu les chambres à cellules à collerette. Il pense que les spicules les plus primitifs sont les *stauroactines*, et que les *hexactines*, auxquels F. E. Schultze attribuait une pareille signification, dérivent des précédents.

Ashworth et Annandale⁶ donnent d'intéressants renseignements sur la durée de la vie des Actinies, au moins en captivité. 16 *Sagartia troglodytes* vivent ainsi depuis cinquante ans ; chaque printemps, elles produisent des petits ; mais, depuis quelques années, leur faculté reproductrice paraît considérablement diminuée. Les auteurs rapprochent leurs observations du cas de l'*Actinia equina* de Dalyell, morte à l'âge d'au moins 66 ans, d'une mort naturelle, semble-t-il.

¹ Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamte, t. XXII, 1905.

² Lancet, 23 juillet 1905, et Quart. Journ. of micr. Sc., t. XXXVIII, 1904.

³ Deutsche mediz. Woch., 19 octobre 1905.

⁴ MARCHOUX et SIMOND : C. R. Soc. Biologie, 29 juillet 1905.

⁵ Zool. Anz., t. XXVIII, 1905.

⁶ Proc. R. Soc. Edinburgh, t. XXV, 1904.

Nous devons à Marianne Plehn¹ la découverte inattendue de curieux Turbellariés Rhabdocèles, d'un type spécial, rencontrés à l'état adulte dans le système sanguin de Carpes et de Tanches, en Allemagne (deux espèces du nouveau genre *Sanguinicola*).

Dans le groupe des Trématodes, signalons une étude détaillée de l'embryogénie du Gyrodactyle par Kathariner². On sait qu'on voit chez cet animal l'emboîtement simultané de quatre générations. Kathariner a reconstitué minutieusement le développement de l'œuf. Il arrive à conclure que les trois individus emboîtés l'un dans l'autre à l'intérieur du progéniteur seraient frères, parce qu'ils dériveraient du même œuf; on aurait là une sorte de mérogonie naturelle; mais, de l'un à l'autre, il nous semble plutôt y avoir, conformément à l'ancienne opinion, un développement ontogénétique, très raccourci il est vrai, et chacun nous paraît plutôt un embryon progénétique fils du précédent.

Fage³, en étudiant les transformations des organes segmentaires, au moment de la maturité sexuelle, chez les Annélides Polychètes, arrive à des résultats dignes d'être mentionnés. On énonçait comme une règle générale, — particulièrement facile à vérifier chez les formes épitoques des Cirratulien et des Syllidiens, — qu'il y a augmentation du diamètre de la néphridie et formation, aux dépens du péritoine, d'un pavillon vibratile; l'organe est ainsi rendu apte à l'évacuation des éléments génitaux. Cette règle ne s'applique qu'à ces formes à néphridies peu évoluées. Chez les Lycoridiens, où la néphridie est très compliquée, en vue de l'excrétion, il n'y a généralement pas de modification corrélative de l'épitoque, ou, s'il y en a (*Nereis dumerilii*), elle consiste en une dégénérescence d'ampleur. Il existe bien, dans cette famille, un pavillon cilié indépendant de la néphridie (*nephromixium* de Lankester), mais il n'arrive jamais à s'individualiser pour jouer un rôle dans l'évacuation des produits génitaux, qui s'opère par rupture des téguments. L'individualisation a lieu, au contraire, chez certains Capitellien où, comme on sait, le pavillon cilié acquiert une ouverture propre; on a alors, côte à côte, un conduit rénal et un génital.

On trouve chez les Oligochètes une série parallèle⁴. Chez l'*Aelosoma*, les néphridies fonctionnent, un peu élargies, comme conduits génitaux. Chez quelques autres, un *celomostome* est ajouté à la néphridie (*nephromixium*). Enfin, dans le cas général, le *celomostome* donne naissance à son propre *celomoducte*; il peut y avoir coexistence

dans les segments génitaux avec la néphridie (Tértricoles), ou bien la néphridie disparaît du segment durant ou avant le développement du conduit génital (Limicoles et *Pontodrilus*).

Mingazzini⁵ vient de décrire un Géphyrien pélagique, recueilli dans le Pacifique austral. C'est le premier que l'on connaisse. Il a une forme sphérique et les caractères typiques d'un Siponculaire.

Nous avons relaté, dans notre compte rendu du Congrès de Berne⁶, la démonstration péremptoire fournie par Looss du mode d'infection ankylostomiasique par pénétration sous-cutanée des larves. Au congrès même, Schaudinn avait corroboré le fait. Nous ne revenons aujourd'hui sur ce sujet que pour noter que, dans l'espace d'une année, de nouvelles confirmations sont venues de sept ou huit côtés différents. Parmi elles, nous relèverons celles de C. A. Smith (avec le *Necator americanum*, le nouvel Ankylostome découvert il y a deux ans par Stiles), de Illeman, de Tenholt et de Boycott (ces derniers avec l'*A. duodenale*), dans lesquelles l'expérience a porté sur l'homme; — et celles de Lambinet, et de Calmette et Breton, où l'infection intestinale des animaux a eu pour point de départ une injection à la seringue des larves infectantes dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Signalons aussi la publication, par Looss⁷, d'une superbe monographie anatomique et biologique des Ankylostomes; seul, le premier volume, qui traite de l'anatomie de l'adulte, a paru.

Nous mentionnons, l'an dernier, la découverte, en plusieurs points très éloignés les uns des autres, du genre *Cephalodiscus*, jusque-là connu par un seul exemplaire provenant du *Challenger*. Une nouvelle espèce (*C. nigrescens*) vient encore d'être trouvée par E. Ray Lankester⁸, dans les matériaux rapportés par la *Discovery* des régions antarctiques. Mais il y a lieu surtout de signaler le travail détaillé de S.-F. Harmer⁹ sur les espèces du *Siboga* et du Musée de Copenhague. C'est une importante contribution à la connaissance de cette forme, si rare jusqu'ici, si incomplètement connue encore, et dont les affinités constituent un des problèmes les plus intéressants de la Zoologie. Harmer, d'une façon générale, a pu confirmer les faits établis sur l'exemplaire du *Challenger* et en préciser la valeur par une étude comparative des diverses espèces. Il a recueilli aussi quelques données, très fragmentaires il est vrai, sur leur développement. Le fait le plus intéressant de son travail est relatif au *C. siboga*. Cette espèce est représentée par une unique colonie mâle, à la différence de tous les

¹ Zool. Anz., t. XXIX, 1907.

² Zool. Jahrb., Suppl. VII, 1903.

³ C. R. Acad. Sciences, t. CXLII, 1905.

⁴ BENDAN : Quart. Journ. of micr. Sci., t. XLVIII, 1904.

⁵ Rendiconti Acad. dei Lincei, t. XIV, 1^{er} semestre 1905.

⁶ Voir la Revue du 15 octobre 1904.

⁷ Rec. of the Egypt. Gov. School of Med., t. VII, 1905.

⁸ Proc. Roy. Soc. London, t. CLXXVI, série B, 1905.

⁹ Siboga-Expeditie, Livr. XII, 1905.

Cephalodiscus recueillis jusqu'ici et qui ne renfermaient que des individus femelles. Or, si l'on retrouve sur les mâles le plan général d'organisation des femelles, c'est avec des modifications secondaires très considérables : simplification des bras, atrophie de l'appareil digestif, etc. A côté de ces individus mâles, le cornu de *C. sibogae* en renferme d'autres, ayant la forme générale de femelles, mais stériles; ce sont des trophozoïdes. Cela révèle donc, chez les *Cephalodiscus*, un polymorphisme remarquable et insoupçonné. De l'ensemble de ces recherches, Harmer conclut à la confirmation formelle des affinités des *Cephalodiscus* avec les Entéropeustes.

Nous trouvons aussi cette année diverses recherches sur le *Rhabdopleura*, cette autre rare forme, souvent associée au *Cephalodiscus* et ballottée pour ses affinités entre les Entéropeustes, les *Cephalodiscus* et les Bryozoaires. Schépotieff⁴ a réétudié l'espèce des côtes de Norvège. Dans sa dernière Note, il décrit des dispositions anatomiques du coelome et de l'appareil circulatoire, qui, si elles sont réelles, imposeront le rapprochement avec le *Cephalodiscus* et les Entéropeustes. Ces faits ne sont, d'ailleurs en partie que la confirmation des résultats annoncés antérieurement par Fowler, et dont il a eu l'occasion d'affirmer récemment encore la réalité⁵, contestée par Conte et Vaney⁶. Ces derniers auteurs, niant la subdivision du coelome et l'existence d'une notochorde, rapprochaient le *Rhabdopleura* des Bryozoaires. Les affinités du *Rhabdopleura* ne pourront être tranchées que quand ces divergences seront réduites et quand sera connu le développement, aujourd'hui encore totalement ignoré.

Un autre animal a été souvent mêlé à ces discussions et non moins ballotté entre divers groupes : c'est la *Phoronis*, et nous avons résumé précédemment quelques-unes des dernières recherches relatives à son développement⁷. L'un des auteurs qui s'en sont occupés récemment avec le plus de compétence, de Sélvs Longchamps⁸, vient de lui consacrer encore un long Mémoire, dont la conclusion, basée sur une connaissance minutieuse de l'embryogénie, éloigne la *Phoronis* du *Rhabdopleura* et du *Cephalodiscus* pour la rapprocher, avec encore bien des réserves, des Bryozoaires et des Brachiopodes.

Parmi les travaux faits sur les Mollusques, il nous paraît intéressant de signaler la mise en évidence⁹, par des méthodes précises, d'un pourpre

rétinien tout à fait analogue à celui des Vertébrés dans la rétine des Céphalopodes.

Mentionnons enfin quelques faits nouveaux sur l'*Amphioxus*. Hesse¹ a fait, il y a quelques années, une étude précise des organes visuels élémentaires disséminés à la face profonde du tube nerveux et tout le long du corps. Boveri fait remarquer² que, par son origine embryogénique et par la disposition du pigment par rapport à la lumière incidente, l'œil des Vertébrés leur est tout à fait comparable; on doit donc considérer comme très plausible l'hypothèse, faite par Boveri, que les yeux des Vertébrés dériveraient réellement des organes visuels de l'*Amphioxus* et, au point de vue de la structure, seraient par rapport à eux ce qu'un œil composé d'Arthropode est par rapport à un ocellé.

D'autre part, les vues théoriques émises par Boveri sur la signification phylogénique du rein et des organes génitaux de l'*Amphioxus* comparé aux Vertébrés reçoivent un appui des recherches très soignées que vient d'effectuer B. Zarnik³. Boveri avait homologué, en effet, les gonades de l'*Amphioxus* au mésonephros des Sélaciens. Or, Zarnik vient de mettre en évidence dans ces gonades la présence régulière d'une bande métamérique de tissu excréteur, ce qui est bien en faveur de l'opinion rappelée ci-dessus; leur vascularisation aux dépens des rameaux des veines cardinales serait également comparable à ce qu'offrent les Sélaciens, en tenant compte du développement.

Enfin, R. Goldschmidt⁴, parmi les matériaux de la *Valdivia*, a retrouvé une forme d'*Amphioxus* dont l'existence était entrevue depuis l'Expédition du *Challenger*, mais dont on n'avait jamais eu de matériaux suffisants pour une étude précise. Il en fait un genre nouveau, *Amphioxides*, assez spécial pour légitimer même une famille particulière (*Amphioxidae* — les autres *Amphioxus* formant les *Brachistomidae*).

L'*Amphioxides* est pélagique, et présente, d'une façon permanente, une série de caractères larvaires : absence de chambre péribranchiale; absence de cirres à la bouche, qui est sur le côté gauche; subdivision du pharynx en une portion dorsale et une portion ventrale, cette dernière respiratoire (il n'y a qu'une rangée de fentes branchiales situées sur la ligne médiane ventrale). L'étude histologique de ce type peut nous révéler des détails intéressants sur l'organisation des Chordés primitifs.

M. Caullery,

et

F. Mesnil,

Maitre de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur.

⁴ *Bergens Mus. Aar.*, 1904, et *Zool. Anz.*, t. XXVIII, 1905.

⁵ *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. XLVIII, 1904.

⁶ *C. R. Ac. Sc.*, 1902. — Cf. *Rev. ann. Zool.*, 1903, p. 619.

⁷ *Revue* de 1903, p. 618.

⁸ *Mém. Acad. Belgique*, 1904, t. I.

⁹ C. Hess, in *Pflüger's Archiv*, t. CIX, 1905.

¹ *Zeitsch. für Wiss. Zool.*, t. LXIII, 1898.

² *Zool. Jahrb., Suppl.* VII, 1904.

³ *Zool. Jahrb., Abth. für Anat.*, t. XXI, 1904.

⁴ *Biolog. Centralb.*, t. XXV, 1905.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Gutsche (Dr O.). — *Mathematische Übungsaufgaben.* — 1 vol. de iv-82 pages. (Prix : 1 fr. 50.) B. G. Teubner, Leipzig, 1905.

Ce petit recueil est divisé en deux parties. La première contient 133 questions données aux examens de maturité des gymnases réaux de Breslau, de 1888 à 1904; elles sont suivies de solutions, avec l'indication très sommaire de la marche suivie. Dans la deuxième partie sont réunis les énoncés de 345 exercices, non suivis de solutions et qui, naturellement mieux ordonnés que les premiers, portent sur les domaines suivants : Algèbre supérieure, sauf la Théorie des Equations, Trigonométrie, Astronomie et surtout Géométrie analytique. Beaucoup sont inédits et la plupart pratiques. L'ouvrage est destiné aux « Primaner », élèves de la classe supérieure des gymnases, qu'il doit initier aux notions fondamentales de l'Analyse.

Il est cependant à noter et même à regretter que les Dérivées, contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, n'y sont absolument pas employées. Ed. DEMOLIS.

Professeur à l'Ecole professionnelle de Genève.

Michotte F., Ingénieur E. C. P. — *Guide pratique pour la conduite et l'entretien des Automobiles à pétrole et électriques.* 3^e édition. — 1 vol. in-8° de 280 pages avec figures. (Prix : 3 fr. 50.) Bernard, éditeur, Paris, 1905.

Dans la première partie, après le rappel de quelques notions élémentaires de Mécanique se rapportant aux automobiles, et l'étude des divers organes d'une voiture, l'auteur étudie le fonctionnement du moteur à pétrole en général, en particulier celui du moteur de Dion-Bouton et le motorcycle que ce genre de moteur a d'abord actionné.

La seconde partie est consacrée à la voiture à pétrole, à sa conduite, à son entretien.

La troisième s'occupe des voitures électriques.

Dans la quatrième et dernière sont groupés les indications relatives aux pneumatiques et les règlements qui régissent la circulation des automobiles.

Nous n'avons pas su trouver, dans le développement de ce canevas, trace de l'allumage, pourtant aujourd'hui si répandu, qui emprunte son électricité à une *magнето*. L'auteur n'y parle que de *dynamo*, et il ne semble pas qu'il y ait simplement substitution erronée d'un terme à un autre, car nulle part il n'est question dans l'ouvrage de l'appareil de rupture, de palette et d'inflammateur, qui produit l'étincelle au sein du mélange carburé; la bougie seule de l'allumage à haute tension y est décrite.

GÉRARD LAVENGE, Ingénieur civil des Mines.

Vidal Léon, Capitaine de vaisseau en retraite. — *Manuel pratique de Cinématique navale et maritime.* — 1 vol. grand in-8° de 171 pages. (Prix : 7 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

La Cinématique navale, science à la fois militaire et maritime, consiste dans l'étude des vaisseaux considérés comme des points mobiles, mais souvent aussi traités en tenant compte de leur longueur, de leur giration, ainsi que de leur puissance, en vue d'en tirer des résultats utilisables dans les opérations stratégiques.

À l'heure actuelle, l'officier de marine doit se doubler d'un mathématicien; tous les grands problèmes de tactique, de recherche, d'éclairage, relèvent de la Ciné-

matique, et il est indispensable que cette science entre dans le domaine pratique de nos officiers.

Quels que soient l'entraînement et l'endurance acquis dans des campagnes lointaines ou dans des escadres vraiment actives, quelle que soit la connaissance approfondie des engins de combat ou de navigation que peuvent posséder nos officiers de Marine, il faut, pour tirer bon parti de ces qualités contre un ennemi instruit et puissant, qu'ils s'exercent constamment, pendant le temps de paix, aux problèmes stratégiques et tactiques.

Il est presque impossible de tirer des déductions fermes des exercices tactiques exécutés soit sur le papier, soit même par les escadres, à cause de l'ignorance où l'on se trouve des combinaisons de manœuvre de l'ennemi, combinaisons que l'on est forcé d'imaginer soi-même.

Mais, sur le champ de bataille, le problème sera clairement posé, les mouvements de l'ennemi nettement dessinés, et, pour les chefs dont l'esprit aura été rompu dès le temps de paix à cette gymnastique ingrate, la solution heureuse s'imposera d'elle-même.

L'auteur a présenté les problèmes résolus sans démonstrations, afin de ne pas en voiler les déductions sous une masse de calculs; la plupart des formules sont accompagnées de tables qui les rendent facilement praticables.

La part du capitaine Vidal dans l'étude de ces questions est considérable, malgré la modestie avec laquelle il en dissimule l'importance; mais, parmi ceux qui ont le plus contribué à répandre cette science dans la Marine, il faut citer en toute première ligne l'amiral Fournier, puis les amiraux Gourdon, Malarmé, Aubert, le commandant Vignot, le capitaine de frégate Guillou, les ingénieurs Villaret et Mangin, et une pléiade d'officiers de valeur. A. B.

2° Sciences physiques

Mazotto (Domenico). — *La Télégraphie sans fil.* Traduit de l'italien par M. J.-A. MONTPELLIER. — 1 vol. in-8° de 432 pages avec 250 figures. (Prix : 12 fr. 50.) Vve Dunod, éditeur, Paris, 1905.

Bien que la télégraphie sans fil soit d'origine encore toute récente, elle a fait des progrès si rapides qu'elle a pu entrer d'emblée dans la pratique industrielle.

La découverte de procédés capables d'assurer la transmission de signaux à distance sans relation apparente entre les stations, et en dépit de l'interposition d'obstacles matériels, ouvrait la voie à nombre d'applications intéressantes.

Tandis que le succès des essais entrepris par différents expérimentateurs à la suite de Marconi encourageait les industriels à tirer un parti immédiat des résultats acquis, l'accroissement inattendu des distances franchies autorisait bientôt les plus grandes espérances.

Dans le présent ouvrage, l'auteur s'est surtout efforcé d'exposer la série des recherches effectuées par Marconi pour perfectionner son système primitif et en étendre les applications.

Un intéressant résumé des essais de communications sans fil entrepris avant que l'on songeât à l'emploi des ondes hertziennes est donné au début de l'ouvrage, et lui sert d'introduction. L'auteur passe successivement en revue les essais de communication par conduction à travers l'eau et par induction, puis les systèmes radiophoniques basés sur les curieuses propriétés de l'arc chantant ou sur l'action des radiations ultra-vio-

lettres, l'on exposé succinct des principes qui servent de base à la télégraphie sans fil proprement dite, quelques notions élémentaires sur la production et la propagation des ondes électriques, précèdent la description des appareils de radiotélégraphie.

Les descriptions des différents organes, bobines, interrupteurs, cohérents, sont assez complètes et se trouvent accompagnées de dessins et schémas suffisamment clairs pour permettre à un lecteur non spécialiste de se faire une idée exacte de la technique de la télégraphie sans fil.

Une part importante est réservée à la description des dispositifs proposés dans le but de spécialiser les signaux, c'est-à-dire de résoudre le problème de la « syntonie ».

A mesure que se développait la télégraphie sans fil, l'accroissement rapide du nombre des stations faisait ressortir les inconvénients inhérents au nouveau mode de communication : manque de discrétion des messages, et troubles exercés par les stations les unes sur les autres. Il devenait donc de plus en plus urgent de trouver le moyen de soustraire une station à l'influence des émissions étrangères ; aussi les efforts des chercheurs se dirigeaient-ils dans cette voie. L'importance du problème et la difficulté de la solution expliquent qu'un grand nombre de dispositifs aient été proposés. On peut regretter que l'étude de ces différents dispositifs ait été volontairement restreinte par l'auteur au côté purement descriptif, et qu'une part plus large n'ait pas été faite à la critique.

Il peut rester au lecteur l'impression que les appareils de Marconi et l'édification des puissantes stations de la Wireless Company ont donné le dernier mot de la radiotélégraphie, tant au point de vue de la grandeur des distances franchies que de la sécurité et de la discrétion des communications.

Il ne semble pas encore en être tout à fait ainsi. L'auteur reconnaît lui-même que l'efficacité de la syntonisation se réduit à ce que, dans les limites extrêmes d'une transmission, un appareil réglé avec le transmetteur reçoit mieux qu'un appareil non accordé. Nous nous associons pleinement à cette conclusion.

L'ouvrage se recommande, d'ailleurs, par une grande clarté d'exposition, et l'intelligence en demeure facile à tous ceux qui possèdent seulement des notions élémentaires d'électricité.

C. TISSOT,
Lieutenant de vaisseau,
Professeur à l'Ecole Navale.

Rodet J., Ingénieur des Arts et Manufactures. — Résistance, Inductance et Capacité. — 1 vol. in-8° de 237 pages avec 76 figures. (Prix : 7 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Les notions de résistance, d'inductance et de capacité sont maintenant familières à tous les ingénieurs ; on ne peut sans elles, et même sans une intelligence très nette et très complète de leur signification, aborder actuellement le domaine des courants alternatifs et de leurs nombreuses applications. En insistant tout particulièrement sur ces trois notions et en leur consacrant une publication spéciale, M. Rodet a voulu sans doute compléter ses précédents ouvrages qui, forcément, font un appel constant à ces notions fondamentales. Sous ce rapport, la nouvelle publication de M. Rodet rendra certainement de réels services, malgré le grand nombre d'articles parus déjà sur ces questions.

Il importe, cependant, de remarquer que la notion d'inductance, très précise lorsqu'il s'agit de circuits sans fer (lignes aériennes par exemple), constitue un élément particulièrement variable dans la pratique lorsqu'on a affaire à des appareils renfermant des noyaux de fer, sièges de phénomènes d'hystérésis et de courants de Foucault. Cette notion finit souvent par perdre toute précision, en ce sens que, pour un même appareil et une même fréquence, elle dépend du régime et des conditions de fonctionnement. De même, la

notion de capacité, si on l'envisage dans ses effets, devient particulièrement intéressante lorsque les forces électro-motrices qui agissent dans les réseaux renferment des harmoniques dont l'amplitude n'est pas négligeable ; il est également très important de montrer comment, dans un réseau soumis à des tensions polyphasées, la capacité doit être envisagée. Ce sont là des points délicats que la plupart des traités laissent complètement de côté et qui ont cependant une importance pratique très réelle. Quelques détails de plus sur ces questions, que l'on ne fait qu'entrevoir, auraient certainement été les bienvenus.

Parmi les chapitres les plus intéressants et les plus actuels, nous mentionnerons spécialement le chapitre « sur les phénomènes produits par l'application ou la suppression brusques d'une force électro-motrice aux bornes d'un circuit ». Ces phénomènes, dont l'étude a été surtout poursuivie par Steinmetz, sont d'une grande importance pratique ; ils devraient être connus, dans leur théorie et dans leurs conséquences, de tous les ingénieurs et même de tous les praticiens.

C. E. GUYE,
Professeur à l'Université de Genève.

Nicolardot (P.), Capitaine d'Artillerie, Directeur du Laboratoire de Chimie à la Section technique de l'Artillerie. — Le Vanadium. — 1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Le vanadium a eu sa vogue, il y a une trentaine d'années déjà, puis il est tombé dans l'oubli et, après une série d'éclipses totales ou partielles, on se met à en parler aujourd'hui plus que jamais. Il en est souvent ainsi des corps rares dont les propriétés sont mal connues ; leur rareté et ce qu'on a cru pressentir d'extraordinaire dans leurs propriétés laisse le champ libre à toutes les hypothèses et à toutes les exagérations : à coup sûr la science et l'industrie vont être révolutionnées !

Plus tard, lorsque la pratique montre l'innanité de ces exagérations, on ne veut plus entendre parler du corps qui a été trop vanté ; on ne veut même plus lui reconnaître aucune qualité. Ce n'est que beaucoup plus tard, lorsqu'il a été soumis à une expérimentation vraiment scientifique et répétée, qu'il s'impose comme un produit d'une utilité incontestable. C'est à peu près l'histoire du vanadium.

Que n'a-t-on affirmé sur le compte de ce métal ! En dehors de son application déjà ancienne à la fabrication du noir d'aniline, on l'a employé pour la préparation des encres, des verres colorés, des produits photographiques, de l'oxycellulose, de l'anhydride sulfurique. En thérapeutique, on s'en est servi pour guérir la tuberculose. En matière d'élevage, il a servi à engraisser des cochons (p. 83) ; d'autres essais exécutés sur des chevaux atteints d'une fièvre épidémique de cause inconnue (*sic*) auraient pleinement réussi (p. 83).

L'excellente monographie de M. Nicolardot a groupé tout ce que l'on sait de certain sur le vanadium, en particulier en Métallurgie. Dans cette plaquette, l'auteur donne les propriétés mécaniques qu'acquiert, sous l'influence du vanadium, les aciers, les bronzes, les laiton et autres métaux. Et ces propriétés ne sont pas indiquées seulement qualitativement, mais elles sont représentées par des facteurs qui donnent la mesure de la dureté, de la limite d'élasticité, de la résistance à la rupture, etc., de ces alliages. Des dessins micrographiques empruntés aux recherches de M. Léon Guillet, ainsi que des examens chimiques de M. Nicolardot lui-même, complètent les études du vanadium au point de vue métallurgique.

Nous ajouterons que M. Nicolardot — qui a fait des études spéciales sur le vanadium et sur ses alliages — était tout désigné pour faire l'histoire de cet intéressant métal.

AUGUSTE HOLLARD,
Chef du Laboratoire central
des usines de la C^{ie} française des Métaux.

3^e Sciences naturelles

De Launay L. *Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'École supérieure des Mines. — La Science géologique. Ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire.* — 4 vol. in-8^e de 752 pages avec 53 figures et 5 planches hors texte en couleurs. (Prix : 20 fr., Armand Colin, éditeur. Paris, 1905.

Aucune science, depuis trente ans, n'a fait des progrès plus rapides que la Géologie; aussi l'histoire de la Terre commence-t-elle à être bien connue. L'étude de tous les phénomènes qui se sont succédé à sa surface, l'évolution des mers et des continents, la suite si admirable des mondes qui l'ont peuplée dans la série des temps géologiques, a été entreprise par de nombreux savants, sur tous les points du globe. D'innombrables travaux d'analyse et de synthèse ont été publiés, et peu à peu, à la lumière du présent, les géologues ont éclairé l'histoire du passé.

Ce sont les méthodes, les résultats, les problèmes et l'histoire de la science géologique, si attrayante, si philosophique, qui se rattache étroitement à toutes les autres sciences, aussi bien à l'Astronomie, la Géographie, la Préhistoire, qu'à la Physique, la Chimie, la Zoologie, la Botanique, que M. de Launay nous expose en un gros volume de plus de 700 pages.

L'auteur, qui a déjà publié des ouvrages importants de Géologie, a su présenter très habilement ce qu'on entend par science géologique. En une série de chapitres bien coordonnés et qui s'enchaînent pour former un tout harmonieux, il montre le but scientifique et philosophique de la Géologie, en l'envisageant sous le triple point de vue de science naturelle, de science historique et de science physique.

Je ne peux essayer de résumer l'ouvrage dans un compte rendu de quelques lignes. Je noterai seulement que M. de Launay, tout en s'inspirant largement des travaux de ses devanciers, des synthèses magistrales de Suess, des œuvres de Geikie et des géologues américains, des ouvrages si répandus de M. de Lapparent, de ceux de Barré, etc., a su cependant faire œuvre originale et personnelle, car il n'a pas seulement beaucoup lu; il a vu également beaucoup, et à la lecture, on devine l'ingénieur dont se double le géologue, ce qui n'est pas pour déplaire.

Je signalerai comme particulièrement nouveaux les chapitres qui ont trait à la Pétrographie et à la Métallogénie, dans lesquelles l'auteur s'est spécialisé par ses recherches, chapitres où sont clairement exposées les vues nouvelles sur l'origine et la classification des roches éruptives, sur les magmas, l'origine et les variations des filons, le métamorphisme, etc. Les travaux de Fouqué, Michel-Lévy, Lacroix, Barrois en France, de Brogger en Suède, de Idlings, Pirsson, Washington, W. Cross en Amérique, Rosenbuch, Tschernak en Allemagne, etc., y sont envisagés à la lumière des découvertes actuelles et judicieusement appréciés.

« La Science géologique » n'est pas un traité de Géologie; néanmoins, il eût été bon, il me semble, d'y faire une place plus large à la Paléontologie, sans laquelle la Stratigraphie ne peut exister. On ne saurait trop recommander également l'établissement des cartes paléogéographiques, avec l'indication des faciès, des courants quand cela est possible, et un mot de tous les éléments qui peuvent aider utilement à la reconstitution du passé de notre globe. Et, quoique l'auteur soit très clair dans son exposé, on eût voulu aussi, pour l'intelligence de bien des faits et des théories, un plus grand nombre de figures, qui parlent mieux à l'esprit que le meilleur des raisonnements.

Mais ces légères critiques n'altèrent en rien la valeur de l'ouvrage de M. de Launay, dans lequel tous les géologues trouveront un guide sûr et où fourmillent les observations et de sages critiques.

Je ne peux m'empêcher de noter encore le chapitre

relatif à la description de la structure et de la tectonique terrestre, que beaucoup de géologues et de géographes liront avec fruit.

« La description structurale de la surface terrestre, est, en effet, le fondement essentiel de toute géologie, car les phénomènes de toute nature que nous pouvons avoir à étudier, et notamment la Paléogéographie, les déplacements des mers à la surface, les sédimentations, ou encore les cristallisations de roches éruptives et de métaux, ne sont que la conséquence des mouvements plus profonds et plus généraux, par suite desquels ont surgi tout à tour les chaînes montagneuses et se sont effondrées les almes des océans. L'étude de la dynamique terrestre permet seule de saisir le lien qui rattache entre elles, géographiquement, les diverses parties de l'écorce terrestre. »

Pour la description de ce vaste ensemble, M. de Launay suit l'admirable modèle donné par Suess; nous voyons d'abord apparaître les massifs primitifs, puis successivement la chaîne calédonienne, la chaîne hercynienne et la chaîne alpine.

Pour cette dernière, quel chemin parcouru dans la façon de l'envisager, depuis Lory avec son système de failles, MM. Marcel Bertrand et Kilian avec leurs plis en éventail, jusqu'à MM. Lugeon, Haug, Termier, etc., avec leurs charriages gigantesques!

Le livre de M. de Launay se termine par un chapitre relatif à l'histoire des êtres organisés, suivi d'un autre, assez suggestif, ayant trait au présent, au passé et à l'avenir de la Terre, questions qui, toutes, offrent le plus grand intérêt.

Les cartes en couleur placées à la fin du volume, et qui représentent les chaînes de montagnes qui se sont succédé sur notre globe, rendront les plus grands services, car elles sont très claires et très complètes.

En résumé, la « Science géologique » est un beau livre, que géologues, géographes, ingénieurs et étudiants liront avec le plus grand profit.

PH. GLANGEAUD,
Chargé de cours de Géologie
à la Faculté de Clermont-Ferrand.

Grandeaux L. *Rapporteur général de l'Agriculture à l'Exposition Universelle de 1900, Inspecteur général des Stations agronomiques. — L'Agriculture et les Institutions agricoles du monde au commencement du XX^e siècle.* T. I. — 1 vol. in-4 de 754 pages, avec 193 photographies, graphiques et cartes. Imprimerie Nationale. Paris, 1905.

Ce livre embrasse, dans une vue détaillée, pays par pays, les faits généraux qui impriment à l'Agriculture un caractère particulier. Chaque étude monographique spéciale comprend l'agriculture et les forêts, l'économie rurale et ses branches annexes, sans viser, d'ailleurs, à un plan tout à fait analogue pour chaque monographie.

Cette agglomération de documents, dit l'auteur, peut permettre d'utiles comparaisons et des vues d'ensemble sur la situation de l'Agriculture chez presque toutes les nations du globe, à l'aurore du xx^e siècle. On aimerait voir la plume d'un auteur, aussi qualifié pour le faire, tenter elle-même ces comparaisons, essayer, de place en place, des aperçus synthétiques qui pourraient profiter de la longue expérience que possède M. Grandeaux de l'évolution des choses agricoles. On cherche dans l'ouvrage cette anatomie comparée des organes similaires chez les diverses agricultures des États modernes. Et l'idée vient d'essayer soi-même si les documents rassemblés permettent facilement les comparaisons philosophiques. Eh bien, il faut constater que, faute peut-être d'avoir eu pour but d'établir des conclusions générales, les éléments rassemblés sont généralement très peu comparables. Utilisant surtout les monographies publiées par les diverses sections de l'Exposition universelle, le livre montre la diversité des buts de ceux qui rédigèrent ces brochures si variées. Prenons un exemple, et cherchons, je suppose,

ce qu'est la représentation professionnelle des intérêts et des classes agricoles : Dans la monographie de l'Autriche, deux pages sont consacrées à cette question ; dans l'étude de l'Allemagne, on trouve deux lignes disant *in extenso* : « Il y a dix Chambres d'agriculture allemandes, au-dessus desquelles est placé le Landes Economic Collegium ». Dans l'étude relative à la Hongrie, et de beaucoup d'autres nations, nous ne trouvons aucune mention à ce sujet. Plus loin, nous apprécions un bilan de petite culture danoise ; mais nous manquons de données comparatives sur un bilan de culture analogue, dans les Etats voisins ; la comparaison, dans ces conditions, est vraiment difficile. On nous dira peut-être que chaque monographie documentaire a sa valeur en soi, et que nos critiques portent principalement sur ce qui y manque plus que sur ce qui s'y trouve. C'est exact. Nous croyons, cependant, que, dans cette volumineuse étude, chaque monographie eût pu avoir, jusqu'au détail, les mêmes casiers documentaires.

M. Grandeaun était qualifié pour tenter une œuvre où l'on trouverait une quantité considérable de documents sur la géographie agricole. Le géographe surtout, et le grand public, pourraient tirer bon parti de cette publication. La partie de l'ouvrage relative aux institutions agricoles du monde gagnerait à une addition plus considérable de documents spéciaux, comme ceux que rassemble la section agricole du Musée social, sur l'état actuel des classes rurales dans les divers pays. A ce point de vue, nous avons apprécié les pages relatives au crédit rural et aux caisses agricoles en Suède, en Danemark, en Allemagne, en Autriche, en Angleterre. Il y a aussi des pages intéressantes sur les coopératives et sur les mutuelles. Les salaires et les gains agricoles, les rapports des classes rurales entre elles sont moins abordés. On aimerait aussi trouver, dans un tel ouvrage général, un index bibliographique permettant aux spécialistes d'approfondir les questions. C'est l'annexe indispensable des livres scientifiques modernes.

Il faut bien constater, d'ailleurs, qu'un livre tel que celui-ci est difficile à écrire ; il a, en effet, une allure encyclopédique qui devient plus rare à notre époque. On sent que les spécialistes sont désirables pour traiter, avec des vues générales et instructives, des questions — connexes assurément, mais distinctes pourtant — telles que celles qui sont englobées dans le titre de cet ouvrage : agriculture, commerce et technologie des produits agricoles, économie rurale et institutions sociales.

Ce premier volume serait agréablement complété, si l'un des volumes à venir comportait des conclusions qui prendraient pour base des monographies économiques : propriété, main-d'œuvre, bénéfices, vente des produits,....

Ces critiques formulées en toute sincérité, nous nous excusons de nous permettre cette franchise d'appréciation pour l'ouvrage d'un maître dans une science où nous ne sommes qu'un modeste élève. Aussi, voulons-nous terminer en signalant les hautes qualités d'information toujours en éveil de l'auteur, l'exactitude de ses statistiques et la précision toute scientifique d'un ouvrage qui sera un point de repère documentaire souvent consulté.

EDMOND GAIN,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences,
Directeur des Etudes agronomiques
à l'Université de Nancy.

Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima. —
Librería de San Pedro, Lima.

La Société de Géographie de Lima publie, chaque trimestre, un *Boletín* destiné à rendre compte du mouvement géographique au Pérou. Le numéro que nous avons sous les yeux contient d'intéressantes études sur l'itinéraire des voyages de Raimondi au Pérou ; les ruines d'Intibautana ; le climat d'Irequipa, l'ascension de l'Huascarán, ainsi que des notes sur la flore des montagnes péruviennes et des observations thermométriques. La publication, très bien conçue, fait grand honneur à la Société de Géographie de Lima.

4° Sciences médicales

Bergouignan P. — Les Cardiopathies artérielles et la cure d'Evian. — 1 vol. in-8° de 159 pages.
Prix : 3 fr. 50. G. Steinheil, éditeur, Paris, 1905.

L'auteur donne des cardiopathies artérielles la définition établie par M. Huchard et en expose les symptômes cliniques. Ceux-ci, rangés sous les trois chefs d'hypertension artérielle, de méiopragie et d'intoxication, sont exposés successivement et avec une grande clarté. L'évolution de ces cardiopathies artérielles est décrite dans ses trois périodes : 1° artérielle, au début de laquelle existe une phase purement fonctionnelle, sans lésion appréciable, n'ayant souvent pour tout signe que l'hypertension artérielle ; 2° cardio-artérielle, où les lésions se manifestent par l'endartérite des vaisseaux périphériques et viscéraux, et toujours accompagnée d'hypertension. La sclérose intéressant les artères propres du cœur compromet le fonctionnement de cet organe. C'est alors qu'apparaît, après la dilatation aortique, le début des lésions valvulaires ; 3° mitro-artérielle, où le retentissement sur le cœur est général, où les cavités cardiaques, ayant des parois d'une résistance et d'une élasticité amoindries, se dilatent, où les valvules deviennent insuffisantes. C'est alors que la tension artérielle diminue.

De telles lésions provoquent un ensemble de symptômes que l'on peut, dans un but didactique, grouper sous cinq formes cliniques, bien que le plus souvent elles se confondent entre elles : 1° la cardio-sclérose à forme arythmique ; 2° l'angine de poitrine coronarienne ; 3° la cardio-sclérose à forme myovalvulaire ; 4° la forme cardio-aortique ; 5° la forme cardio-rénale. C'est la prédominance de tel ou tel symptôme qui caractérise ces diverses catégories.

M. Bergouignan étudie les causes de ces affections. Il les signale plus fréquentes chez l'homme (70 %) que chez la femme (50 %). Cela tient à ce que l'alcoolisme, le tabagisme, le saturnisme, la syphilis, le surmenage physique et intellectuel sont plus fréquents chez l'homme. En outre, on trouve, comme causes prédisposantes, l'hérédité, la ménopause, la sénilité, les infections antérieures, les maladies telles que le diabète, la goutte, le rhumatisme chronique. L'auteur insiste avec raison sur le rôle des intoxications, soit endogènes, produites par l'organisme même, dont les élaborations ne sont plus normales, soit exogènes, par introduction dans l'organisme des poisons lents. M. Huchard a fortement incriminé l'alimentation carnée excessive.

On ne sait encore si l'hypertension artérielle ne finit pas par provoquer les lésions des vaisseaux, ou si toutes deux ne sont pas les effets d'une même cause. L'hypertension ne serait alors qu'un trouble fonctionnel, précédant la lésion artérielle, et la déclenchant quand celle-ci en est encore au début de sa formation. Cette hypothèse semble aujourd'hui la plus probable. En effet, un agent toxique peut, avant d'altérer les parois artérielles, agir sur les vaso-constricteurs et augmenter la tension sanguine. Avant la lésion anatomique se produit une perturbation physiologique. L'hypertension traduit alors l'action toxique longtemps avant d'être le signe de l'altération artérielle.

Il est un organe qui, plus que tout autre, est destiné à l'épuration du sang : c'est le rein. S'il ne suffit plus à sa tâche, non seulement les lésions antérieures s'accroissent rapidement, mais d'autres se créent : les organes recevant un sang adulteré souffrent, et très vite des accidents éclatent, souvent fort graves, quand l'intoxication est massive ou bien qu'un organe, variable suivant les conditions individuelles, présente un défaut de résistance ou une fragilité particulière.

Et non seulement le rein a cette influence spéciale sur la composition du sang, mais encore il se trouve que, pour accomplir son rôle, c'est au système artériel même qu'il emprunte ses ressources. Le glomérule du rein, indispensable à la formation de l'urine, n'est, en

effet, qu'une adaptation du système vasculaire lui-même à une fonction déterminée. D'où le retentissement infaillible des lésions artérielles sur le rein. Cela explique les connexions étroites qui existent entre l'intoxication et l'insuffisance rénale, à tel point que l'une ne va pas sans l'autre.

On sait l'importance qu'a prise, en ces dernières années, la rétention des chlorures dans l'organisme, rétention qui est produite par un défaut de l'élimination normale du sel au niveau du rein. M. Bergouignan donne un bon résumé de cette question; puis, il étudie la fonction rénale chez les artérioscléreux et expose les divers procédés d'exploration de la perméabilité du rein, tels que la séparation des urines, les analyses chimiques, l'épreuve de la toxicité, la cryoscopie, les épreuves d'élimination de diverses substances (bleu de méthylène, iode de potassium, glycosurie phloridzique, chlorurie alimentaire). En général, chez les artérioscléreux, on observe une tendance à l'insuffisance de l'épuration rénale, c'est-à-dire à la rétention des produits qui sont d'ordinaire facilement éliminés. Entre l'insuffisance et l'imperméabilité, il y a la différence d'un état temporaire, susceptible de céder, à un état définitif, que rien ne peut réduire. Thérapeutique doit avoir pour objet de rétablir le fonctionnement rénal, ce qui rend au sang une composition plus normale, le débarrasse de ces principes retenus, qui sont précisément la cause de l'hypertension artérielle, des troubles fonctionnels et de la progression des lésions anatomiques. M. Bergouignan divise cette thérapeutique en trois parties. Ce sont :

1° La restriction dans l'apport des substances reconnues nuisibles, comme l'alcool, le tabac, le plomb. Ces poisons sont faciles à supprimer. Mais ceux qu'introduisent les régimes alimentaires defectueux sont beaucoup plus difficiles à définir et, par suite, à éviter. Le régime lacté, le régime lacto-végétarien sont à ce point de vue des régimes de prudence, car ce sont de beaucoup les moins toxiques. Il est aussi plus aisé, avec eux, de graduer la proportion de chlorure de sodium qui doit être mêlée à l'alimentation;

2° La restriction de la formation des substances nuisibles dans l'économie. On y arrive au moyen de ces mêmes régimes, par la surveillance des fonctions digestives, et l'accélération des fonctions générales de la nutrition (massage, gymnastique, hydrothérapie);

3° La stimulation de la fonction urinaire. Ici encore, le régime prédomine. Le lait est le meilleur des diurétiques. Les médicaments tels que la digitale, la théobromine, etc., employés par intermittences et à propos, ont une action bienfaisante. On trouve encore une aide efficace dans les moyens physiques : tels que le massage général et abdominal, l'exercice modéré et les cures hydrominérales.

Ce dernier point a été particulièrement visé par M. Bergouignan. Toute la seconde partie de son ouvrage est consacrée à la cure des cardiopathies artérielles par les eaux d'Evian. L'action de cette cure a été étudiée avec soin, sans parti pris et dans un bon esprit de thérapeutique. Les multiples observations sur lesquelles l'auteur s'appuie l'amènent à conclure que : « La cure d'Evian régularise la diurèse des artérioscléreux; régularise l'élimination de leurs solides urinaires; peut amener chez eux (les déchlorurés accentués, accompagnés ou non de perte de poids; coïncide avec la diminution progressive et souvent durable de l'hypertension et des signes physiques et fonctionnels ». Ces conclusions ne seront contredites par aucun clinicien.

Dr A. LIÉTIENNE.

5° Sciences diverses

Halden (Ch. Ab der). — *Etudes de Littérature canadienne française, avec une introduction* : « La langue et la littérature françaises au Canada. La famille française et la nation canadienne. » par M. Louis HERBETTE, Conseiller d'Etat, Président du Comité Général de Propagande de l'Alliance Française. (Prix : 4 fr.) F.R. de Rudeval, éditeur, Paris, 1903.

Il y a, par-delà les mers, une ancienne France à laquelle nous ne nous intéresserons jamais trop, car il existe, entre elle et nous, le double lien d'une origine et d'une langue communes. Nous faire mieux connaître, par l'étude de sa littérature, et, par suite, nous faire mieux aimer cette ancienne France restée comme un prolongement de la mère-patrie, c'est la tâche qu'ont entreprise M. Ab der Halden, en nous présentant les écrivains canadiens du XIX^e siècle, et M. Louis Herbette, en écrivant une magistrale introduction pour les « Etudes de littérature canadienne française ».

« Les Canadiens-Français ne sont pas un peuple, ils n'ont pas de littérature », disait, dans son rapport, lord Durham, le haut-commissaire envoyé, après la guerre civile de 1837, pour étudier les réformes urgentes que réclamait la colonie. Les Canadiens-Français ont répondu, et ils ont accompli le miracle, tout en restant loyaux sujets de l'Angleterre, de créer une littérature française qui possède déjà ses titres de noblesse.

Les légendes d'autrefois, les anciennes traditions, les vieux souvenirs, tout ce passé qui conditionne, en quelque sorte, le présent, — car, selon la forte expression d'Auguste Comte, nous sommes faits de plus de morts que de vivants, — tout cela reparaît dans les *Mémoires* d'Aubert de Gaspé, l'histoire du pays, une histoire épique, ou plutôt une épopée, est écrite dans les livres de Gérin-Lajoie, et les poésies de Fréchette sont, dans les lettres canadiennes, comme un joyau précieux qui ne déparera pas notre propre littérature.

Il ressort d'une lecture attentive de l'ouvrage de M. Charles de Halden que la culture classique n'a exercé aucune influence sur les écrivains canadiens. L'étude de nos œuvres a remplacé pour eux celle de l'antiquité. Il en résulte, forcément, dans les débuts d'une littérature, une certaine imitation, mais il n'en faut pas redouter les effets; l'originalité viendra ensuite.

C'est une question, sinon résolue, car elle ne peut l'être, mais souvent posée, de savoir quelle direction aurait suivie chez nous l'Art et la pensée, sans la révolution qui s'accomplit au XVI^e siècle, et si le génie national, qui reçut la forte empreinte de la Renaissance, n'aurait pas conquis le même rang dans le monde, par un développement autre des qualités qui ont fait de lui le représentant le plus autorisé de l'humanité.

Nos petits-lits verront, eux, ce que donnera la littérature canadienne, inspirée des lettres françaises, comme nous avons puisé nous-mêmes, dans le trésor de la Grèce et de Rome. M. Herbette, à qui il faut en revenir, car il a écrit sur la famille française et la nation canadienne cent pages qui resteront, n'éprouve aucune inquiétude : « Quand un pays, dit-il, borde deux océans, quand il comprend des paysages grandioses, des montagnes vertigineuses, des lacs grands comme des mers, et des fleuves comme des bras de mer, — quand il a des hivers où se tige la nature en un bloc, pour se diversifier au retour de la chaleur, des richesses minérales incalculables, des bois inépuisables, des « pouvoirs d'eau » gigantesques, — quel caractère ne peut y prendre la littérature, quelle puissance doit y acquérir la poésie ! »

On ne peut s'empêcher, après avoir lu les « Etudes de littérature canadienne française », de partager cette confiance. Et il faut remercier M. Charles de Halden et le Président si dévoué du Comité de Propagande de l'Alliance française d'avoir, le premier écrit, et le second présenté au public français un bel et bon livre, par-dessus tout réconfortant.

LUCIEN ROULET.

Meige (Dr H.). — *Tics*. — 1 broch. in-8° de 40 pages de l'Œuvre médico-chirurgicale, (Prix : 1 fr. 25.) Masson et Co, éditeurs, Paris, 1903.

Nos lecteurs trouveront dans cette plaquette le développement de l'étude que l'auteur a consacrée aux tics dans la *Revue* du 13 mai 1904.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Décembre 1905.

L'Académie procède au renouvellement de son Bureau pour 1906. M. H. Poincaré, vice-président, devient de droit président. M. A. Chauveau est élu vice-président.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Demoulin communique ses recherches sur les surfaces isothermiques et sur une classe d'enveloppes de sphères. — M. C. Carathéodory généralise le théorème de M. Picard qui a trait au nombre de valeurs qu'une fonction entière peut ne pas atteindre. — M. W. Stekloff étudie le mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution qui ne change pas sa figure pendant le mouvement. Le mouvement se décompose en mouvement d'entraînement se réduisant à la rotation de l'ellipsoïde, comme s'il était un corps solide système (A'), autour de son centre, et en mouvement relatif du fluide par rapport au système A'. — M. J. Clairin transmet ses recherches sur une transformation de certaines équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1905. La surface totale des taches a presque doublé; le nombre et la surface des groupes de facules ont notablement diminué.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ant. Sauve signale qu'il a découvert, avant M. Nodon, un appareil presque identique à celui de ce dernier et permettant d'apercevoir en tout temps les protubérances solaires. — Le P. Cirera communique les observations magnétiques faites à l'Observatoire de l'Ebre à l'occasion de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905. Malgré quelques troubles, on remarque dans les trois éléments magnétiques une tendance générale à revenir dès le début de l'éclipse à la valeur moyenne. — M. G. Sagnac étudie la propagation de la lumière dans un système en translation; il y a une rotation des ondes inobservable, dont l'aberration des étoiles est un effet indirect observable. — M. J. Violle a cherché à réaliser un étalon de lumière en utilisant un point fixe de température pour assurer la fixité et la constance de la radiation. Ce point fixe est obtenu par l'ébullition d'un métal au four électrique. — M. Ch. Maurain a reconnu que les pulvérisations cathodiques paraissent être constituées par des particules déjà assez grosses, arrachées à la cathode par le choc des rayons X, projetées dans toutes les directions et chargées électriquement, mais avec un rapport e/m beaucoup plus petit que pour les projectiles constituant les rayons cathodiques. — M. G. Moreau a calculé les mobilités des ions des vapeurs salines d'après la théorie de Maxwell; elles varient en raison inverse de la racine cubique de la concentration du courant gazeux et concordent assez bien avec les valeurs observées. — M. G. A. Hemsalech a observé que la décharge électrique donne lieu au spectre de lignes dans l'air non ionisé et au spectre de bandes dans l'air ionisé. Une seule oscillation est capable de produire et de rendre lumineuse de la vapeur métallique. — M. C. Matignon a constaté que le sulfate neutre de samarium Sm^2SO_4 , dont le poids est invariable à 500°, est décomposé à 1.000° avec formation de sulfate basique $\text{Sm}^3\text{O}^2\text{SO}_4$, dont le poids reste fixe à cette température. Cette transformation constitue une excellente méthode de détermination du poids atomique, qui est de 150,6 (0 = 16). — M. H. Baubigny maintient, contre les assertions de Bellucci et Clavari,

l'existence d'un oxyde salin de nickel Ni^3O_4 , qu'on obtient en chauffant du chlorure de nickel vers 250°-400° dans un courant d'O. — M. G. F. Jaubert a reconnu que l'acétylène réagit énergiquement sur l'acide iodique à 80°, suivant l'équation : $\text{I}^5\text{O}^3 + \text{C}_2\text{H}_2 = \text{I}^3 + 2\text{CO}^2 + \text{H}_2\text{O}$. Dans ces conditions, il est bon, dans le procédé Albert-Lévy et Péconl pour la recherche de CO, de s'assurer d'abord que l'air examiné ne contient pas C_2H_2 . — MM. W. Cœbsner de Coninck et Chauvenet ont observé, dans la réduction de l'acide sélénieux par le glucose, la formation d'une variété de sélénium rouge amorphe, insoluble dans CS_2 , dont l'état physique paraît très voisin de l'état colloïdal, et qui se transforme partiellement, vers 100°, en Se noir. — M. C. Hugot, en faisant réagir AzH_3 sur PBr_3 et PI_3 à basse température, a obtenu l'amidure de phosphore jaune P^3AzH_3 , qui se décompose lentement en imidure P^3AzH_2 . L'amidure, insoluble dans AzH_3 ammoniacal, est très soluble dans AzH_3 ammoniacal. — M. Gunz, par dissociation de l'hydruure de baryum pur chauffé dans le vide vers 1.200°, a obtenu le baryum chimiquement pur. — M. L. Franchet a étudié les procédés employés par les Arabes pour obtenir des reflets métalliques sur les émaux. Ils consistaient dans l'application, sur l'émail préalablement cuit, d'un composé spécial, contenant des sulfures de cuivre et d'argent et de l'ocre rouge, soumis ensuite à la réduction par cuisson avec un combustible donnant une fumée abondante. — M. P. Lemout, en faisant réagir les acides, en particulier l'acide acétique, sur les composés $\text{R}^1\text{O.P}^3\text{AzHR}^2$, a obtenu, sans perte d'amine, par substitution au groupe alkyle R^1 d'un groupe acide R^1CO , des composés $\text{R}^1\text{CO.O.P}^3\text{AzHR}^2$, dérivant toujours de l'acide phosphorique pentabasique. — M. J. L. Hamonet, en faisant réagir le formiate d'éthyle sur le dérivé magnésien de l'iodométhoxypropane-1:3, a obtenu, après traitement par l'eau, le diméthoxyheptanol-1:4: 1:7. $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OCH}_3)\text{CH}_2\text{OCH}_3$, Eb. 216°-248°, d'où il a pu préparer le tribromo- et le triiodoheptane-1:4:7. — M. L. Brunel, par hydrogénation du carvacrol sur le nickel réduit, a obtenu deux alcools isomères, l' α - et le β -carvacrométhol, Eb. 219° et 222°. — M. M. Berthelot a constaté la présence, dans le charbon de bois complètement noir, de composés potassiques insolubles, analogues à ceux que forment les substances humiques; ces composés sont de deux ordres, inégalement stables; les uns destructibles immédiatement par HCl étendu, les autres résistant davantage à cet agent. — M. L. Guignard a étudié les variations quantitatives du glucoside cyanhydrique dans les feuilles de Sureau noir aux différentes périodes de leur existence. Ce principe n'y présente avec l'âge qu'une faible diminution; vers la fin de la période végétative, il n'émigre pas en nature dans la tige et reste dans la feuille qui tombe. — M. P. Petit a observé que les infusions de malt se comportent, vis-à-vis de la teinture de gaïac, comme des solutions de combinaisons ferreuses et ferriques, ou manganées et manganiques. — M. G. Bertrand a expérimenté l'emploi des sels de manganèse comme engrais. Dans une culture d'avoine qui avait reçu 50 kilogs de sulfate de manganèse par hectare, la récolte a été supérieure de 22,5% à celle d'une culture témoin qui n'avait pas reçu de Mn. — M^{me} M. von Linden a constaté que certaines chrysalides de Lépidoptères, placées dans une atmosphère contenant CO_2 , absorbent ce gaz et rejettent de l'oxygène au printemps suivant.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. Legendre a reconnu que les canalicules de Holmgreen des cellules nerveuses

sont de nature pathologique, en relation avec des phénomènes de neuronophagie. — M. Mayet a constaté que l'injection dans le parenchyme du foie des produits solubles des tumeurs et la dissolution *in vitro* de ces produits dans le sérum du chien favorisent l'action excitatrice de prolifération cancéreuse par les principes solubles des néoplasmes de l'homme. — M. A. Lave-
ran a reconnu que les trypanosomes du surra et de la mbori appartiennent à la même espèce; celui de la mbori constitue seulement une variété du *Tr. Evansi* un peu moins virulente. — M. Y. Delage a étudié l'influence de quelques facteurs sur la parthénogénèse expérimentale. La température optima est d'environ 18°. Pour les oursins, on obtient les meilleurs résultats en opérant en liqueur légèrement alcaline. — M. P. Wintrebert a constaté l'indépendance complète de la métamorphose vis-à-vis du système nerveux chez les Batraciens; elle se produit, en effet, chez les larves dont la moelle et les ganglions spinaux ont été enlevés. — M. G. Bohn établit un parallélisme entre le phototropisme et la parthénogénèse artificielle, qu'il attribue tous deux à des phénomènes d'anhydriose. — M. Ed. Heckel, cultivant en pleine terre, au voisinage de pommes de terre comestibles, un plant de *Solanum Maglia*, espèce sauvage, l'a vu donner des tubercules en état de profonde variation, de couleur violet rouge, et comestibles. Il n'est pas douteux, comme le pensait déjà A. de Candolle, que le *S. Maglia* ne soit l'une des espèces sauvages d'où est issue notre pomme de terre cultivée. — M. H. Jumelle a constaté que le *Ilaphia Iulia*, palmier de Madagascar déjà utilisé pour sa fibre, se range également dans le groupe des plantes à cire. Ses fruits contiennent, en effet, dans leur péricarpe, une substance grasse, rappelant la cire de Caranula, soluble seulement dans l'alcool bouillant, fusible à 82°. — M. A. Lacroix déduit de nouvelles observations que les monzonites à olivine de la Somme, qu'il a nommées sommatites, constituent bien la forme de profondeur, rejetée au cours des éruptions du Vésuve, des leucotéphrites qui les accompagnent. — M. Deprat a reconnu la présence de trachites et d'andésites à hypersthène dans le Carbonifère de la Corse à Osani. — M. Arm. Thévenin a étudié les Amphibiens récemment découverts dans le terrain houiller de Commeny. Ce sont des *Protriton*, que l'auteur nomme *P. Favoli*. Il a pu en suivre la métamorphose sur les échantillons recueillis, depuis le stade *Pleuro-*

cidant avec le minimum de la courbe des ions positifs. — M. A. Leduc discute les déterminations de la chaleur de fusion de la glace et estime que, conformément aux expériences de Laprovostaye et Besains, confirmées par celles de Regnault et Bunsen, la chaleur de fusion de la glace est de 79,2 calories à 15°. — M. Ch. Moureu décrit l'appareil qu'il emploie pour la détermination des gaz rares dans les mélanges gazeux naturels. Le gaz naturel, après avoir séjourné sur KOH aqueuse, puis sur KOH fondue, est chauffé au rouge en présence d'un mélange de CaO et Mg, qui fixe Az et O. Les gaz et vapeurs combustibles sont brûlés par CuO, et les produits de la combustion sont absorbés par la chaux sodée et P₂O₅. Le résidu gazeux est constitué par les gaz rares, qu'on mesure, puis examine spectroscopiquement. — M. A. Gautier signale qu'il a déjà indiqué en 1898 l'action de l'acétylène sur l'anhydride iodique, retrouvée récemment par M. Jaubert. L'acétylène n'existe jamais dans l'air des rûes en quantité appréciable et ne vient qu'exceptionnellement troubler le dosage de l'oxyde de carbone par l'anhydride iodique. — MM. L. Huguenon et A. Morel, en faisant réagir à froid COCl₂ sur le sel de soude de la tyrosine, ont obtenu l'urée symétrique de la tyrosine CO(AZHC)(CO⁺H₂CH⁺CO⁺H₂OH)⁺. F. 240° avec décomposition. Les carbimides réagissent sur la tyrosine dissoute dans l'eau alcaline en donnant des urées mixtes de la tyrosine et des amines.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. H. Guillemard et R. Moog ont constaté que l'action des hautes altitudes sur le sang se traduit toujours, et dès le second jour au moins, par une hyperglobulie totale, attestée par une diminution de la valeur globulaire et coïncidant avec un déplacement considérable des hématies vers la périphérie. — M. Guglielminetti décrit un appareil respiratoire pour l'exploration des milieux remplis de gaz irrespirables. C'est un appareil autonome, basé sur la régénération d'air par absorption du CO₂ éliminé par les poumons et remplacement de l'oxygène consommé par le sang. — M. E. L. Bouvier a étudié les Pycnogonides recueillis par l'expédition antarctique Charcot. Les Pycnogonides décapodes semblent communément répandus dans les régions australes, où ils sont représentés par les *Decapoda* (*D. australis* au voisinage des Shetlands et *D. antarctica* plus près du pôle et *Pentaptychophora* (*P. antarctica* sur tout le pourtour du continent austral). Les Pycnogonides octopodes (*Cordylochele* et *Ammonothea*) se rencontrent également dans les régions antarctiques. — M. Quidor a examiné les Copépodes recueillis par l'expédition Charcot. Il a trouvé quatre espèces nouvelles : *Phyllopus Tarqueti*, *Porcellidium Charcoti* et *P. affinis*, et *Anchorella intermedia*. — M. C. Cépède décrit une microspore nouvelle, qu'il nomme *Pleisophora macrospora*, et qui vit en parasite des Loches franches du Dauphiné. — M. E. Fauré-Frémiet a étudié la structure intime du protoplasma chez les Protozoaires. Le cytosome comprend deux sortes d'éléments le cytoplasma proprement dit et les sphéropastes organiques complexes que l'on peut mettre en parallèle avec les leucites des végétaux et le noyau cellulaire. — M. M. Mollard a constaté que les végétaux développés à la lumière, sans gaz carbonique, en présence de matières organiques, ont une structure semblable à celle des organes souterrains, avec parfois formation de tissus à cellules plurinucleées, comme dans les galles. — M. N. Bernard a réussi parfois à faire développer en symbiose des embryons d'une même espèce de graines d'Orchidées avec l'un ou l'autre de deux champignons endophytes différents. — M. Grand'Eury montre la permanence des espèces de plantes fossiles du terrain houiller durant la majorité ou la presque totalité de leur existence. Cette permanence et les transitions rapides qui, néanmoins, les relient entre elles, lui suggèrent l'idée que leurs mutations se sont opérées à la manière des métamorphoses, ou même par sauts.

Séance du 2 Janvier 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard poursuit ses recherches sur la déformation des quadriques et ramène le problème à trouver des congruences II possédant certaines propriétés. — M. Auric démontre un théorème sur les fonctions entières ou quasi-entières. — M. Lerch généralise les théorèmes de Sylvester concernant le quotient de Fermat. — M. F. Rossard communique ses observations de la comète Giacobini (1905e) faites à l'Observatoire de Toulouse. — M. E. Maubant a déterminé les éléments provisoires de la même comète, d'après les observations faites à Nice, à Mont-Hamilton et à Vienne. — M. J. Guillaume adresse également ses observations de cette comète, faites à l'Observatoire Brunner de l'Observatoire de Lyon. — M. G. Tikhoff a étudié, au moyen de la photographie, la nébuleuse annulaire du Cygne N. G. C. 6894. Elle a la forme d'un anneau elliptique avec une condensation au centre; le grand axe mesure 41",8, le petit 37",3. Elle ressemble à la nébuleuse de la Lyre, mais elle est plus avancée dans son évolution.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Renaux montre qu'on peut fabriquer des écrans photographiques par l'emploi judicieux de certains colorants à bandes d'absorption étroites. — M. Ch. Nordmann a déterminé le champ électrique terrestre pendant l'éclipse du 30 août 1905 à Philippeville. Il a observé une augmentation relative du champ pendant l'éclipse, le maximum absolu coin-

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Janvier 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Méglin, membre de la Section de Médecine vétérinaire, et de M. J. Renou, correspondant de l'Académie.

M. Kelsch présente un Rapport sur un travail de M. H. Vincent relatif au tétanos dit médical ou spontané et à l'influence de la chaleur. L'auteur a constaté expérimentalement que le coup de chaleur chez le cobaye hâte l'apparition du tétanos après injection de culture sporulée du bacille; en outre, le bacille se généralise dans toute l'économie de l'animal infecté. La chaleur paraît avoir pour effet de neutraliser les forces vives défensives de l'organisme et de paralyser l'influence protectrice des phagocytes; cet effet se vérifie pour d'autres maladies, comme la typhoïde.

Séance du 9 Janvier 1906.

M. Chaffard, au nom d'une Commission chargée de l'étude de cette question, propose à l'Académie l'adoption des conclusions suivantes: Considérant que l'emploi médical des rayons de Röntgen peut déterminer des accidents graves; que certaines pratiques peuvent créer un danger social; que seuls les docteurs en médecine, officiers de santé et dentistes diplômés (en ce qui concerne la pratique odontologique) sont capables d'interpréter les résultats obtenus au point de vue du diagnostic et du traitement des maladies, l'Académie est d'avis que: l'application médicale des rayons Röntgen par des personnes non pourvues des diplômes ci-dessus constitue un acte d'exercice illégal de la médecine. — MM. A. Chantemesse et F. Borel étudient la récente épidémie de choléra en Allemagne, son mode de propagation (par la voie fluviale et les mesures de défense prises par le Gouvernement allemand). — M. Armaignac donne lecture d'un travail sur un autosynoptomètre à miroirs.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Décembre 1905.

M. E. Wertheimer a constaté que toutes les modifications de la respiration provoquées par les injections de soude chez l'animal intact peuvent se rencontrer chez celui dont le bulbe a été séparé de la moelle par section de la moelle cervicale. Les centres respiratoires spinaux sont donc sensibles aux mêmes influences que l'appareil central entier. — MM. Al. Carrel et C.-C. Guthrie ont étudié la circulation et la sécrétion d'un rein transplanté dans la région cervicale. La circulation est analogue, la sécrétion quatre à cinq fois plus rapide que celle du rein normal. — M. Ch. Féré a observé que le ralentissement du rythme n'augmente pas indéfiniment le travail. — MM. L. Dor, J. Maisonneuve et R. Monziols ont constaté que les injections de liquide orchitique ralentissent le développement du squelette. Elles peuvent être employées chez les enfants à croissance trop rapide au moment de la puberté. — MM. H. Roger et M. Garnier ont reconnu la pluralité des poisons intestinaux: les uns, précipités par l'alcool, provoquent la diarrhée et amènent la mort par paralysie progressive sans convulsion; les autres, solubles dans l'alcool, sont convulsivants; enfin, certains sont coagulés et détruits par la chaleur. La toxicité du contenu intestinal diminue considérablement sous l'influence du régime lacté. — MM. A. Policard et M. Garnier ont étudié les altérations cadavériques des épithéliums rénaux: elles commencent à se manifester au bout de quinze minutes et se produisent surtout dans les quatre heures qui suivent la mort; elles sont toujours semblables. — M. G.-Z. Petresco propose une nouvelle méthode d'imprégnation au nitrate d'argent, à l'abri de la lumière, des *Spirochaeta* dans les coupes. — M. I.-G. Lache a observé des pénétrations de substance chromatophile dans le noyau de la cellule ner-

veuse. — M. G. Froin estime que l'hématolyse dans les liquides hémorragiques est due aux leucocytes, spécialement aux polynucléaires neutrophiles et aux mononucléaires. — M. R. Legendre: De la nature pathologique des canalicules de Holmgren des cellules nerveuses (voir p. 99). — M. P. Remlinger a constaté que le virus rabique placé dans la cavité péritonéale est rapidement détruit. — M. P. Wintrebret établit une série de stades successifs dans les derniers temps de la vie larvaire chez les Anoures d'après les caractères morphologiques des membres postérieurs. — M^{lle} M. von Linden a observé une assimilation de l'acide carbonique par les chrysalides des Lépidoptères. Comme chez les plantes, ce sont les rayons rouges et jaunes qui favorisent l'absorption de l'acide carbonique. Enfin, les chrysalides ont aussi la faculté d'assimiler l'azote de l'atmosphère. — M. E. Fauré-Frémiet: Sur la structure du protoplasma chez les Protozoaires (voir p. 100). — MM. J. Camus et Ph. Pagniez ont constaté que les acides gras se comportent comme les bacilles tuberculeux vis-à-vis des colorants et des décolorants habituellement employés en bactériologie. Les acides gras libres existent au niveau du bacille tuberculeux vivant dans l'organisme, et les propriétés acido-résistantes qui servent à le différencier lui sont données par ces mêmes acides gras. — MM. L. Garrelon et J.-P. Langlois ont observé que, chez un chien chloralose, ayant 41° 5, en pleine polypnée centrale, avec rythme de 400 à 600 respirations par minute, le sang est saturé d'oxygène et renferme une faible proportion de CO₂. — M. H. Petit a constaté dans les marches en montagne: 1° dans les ascensions, un retard de l'abaissement de la pression artérielle par la fatigue; 2° dans les descentes, un abaissement de la pression précédant la fatigue. Le nombre des pulsations augmente à la montée comme à la descente. — M. H. Coupin a reconnu que les faisceaux des folioles involucreaux de l'artichaut se sont, par suite du changement de position de l'assise en palissade, tordus sur eux-mêmes, soit de 90°, soit même de 180°. — MM. L. Nattan-Larrier et Ribadeau-Dumas ont mis en évidence, sur le rein du cobaye, au niveau des cellules du tube couronné, des formations basophiles, peu abondantes à l'état normal, surtout marquées dans les états pathologiques. — MM. L. Alquier et Touchard montrent que, dans la sclérodémie généralisée, la sclérose du tissu conjonctif débute par une irritation périvasculaire. — M. Riva a constaté que la mucinase existe, dans certains cas, dans les fèces. La constipation habituelle ou des altérations anciennes de la muqueuse intestinale en augmentent la quantité.

Séance du 6 Janvier 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Méglin, membre de la Société.

M. L. Backman a constaté que l'action de l'urée sur le cœur isolé et survivant des Mammifères constitue un moyen de stimulation efficace, amenant un effet assez persistant. — M. Nielot a étudié la répartition des moustiques dans la division d'Oran. Les foyers incontestables du paludisme sont tous d'importante densité anophélienne. — M. Ed. Retterer a étudié les lignes dites de ciment du tissu osseux: ce sont des rangées de cellules osseuses dont les prolongements capsulaires persistent à l'état de lames chromophiles sans développement notable d'hyaloplasma. Les fibres perforantes de Sharpey paraissent être des tractus cellulaires et conjonctivo-élastiques qui partent du périoste et pénètrent dans l'os. — M. G. Froin poursuit ses recherches sur l'hématolyse, dans laquelle il distingue l'hémoglobulolyse, spéciale à l'organisme vivant, et la globulolyse avec mise en liberté d'hémoglobine, phénomène plus banal qui peut être produit par beaucoup de substances. — M. C. Cépède décrit une microsporidie nouvelle, le *Pleistophora macropsora*, qui vit en parasite sur les Loches franches du Dauphiné. Ces poissons ne sont pas du tout réfractaires

aux Myxosporidies, comme le croyait Thélohan. — MM. G.-E. Abelous, A. Soulié et G. Toujan ont constaté qu'il existe dans les extraits d'organes, surtout dans les extraits de muscles préalablement soumis à l'autolyse ou, mieux, ayant subi un certain degré de putréfaction, des substances qui peuvent agir sur les extraits surrenaux pour augmenter notablement leur teneur en adrénaline. — M. J.-L. Prévost et M^{lle} L. Stern ont observé que la crise épileptiforme provoquée par l'application d'un courant alternatif de la bouche à la nuque, chez un animal atteint de tétanie, est capable de faire cesser la tétanie ou de l'atténuer, en éloignant l'apparition des crises. — M. Ch. Porcher a reconnu que le NaCl dans le lait est un élément occasionnel des plus variables; il ne dépend pas immédiatement de l'alimentation, et sa plus ou moins grande abondance découle d'un processus purement physique: la régulation de l'équilibre osmotique. — M. G. Vallet, en colorant les plaquettes du sang par le réactif de Giemsa, les a vues apparaître comme de véritables cellules, de très faibles dimensions et dont les éléments du noyau seraient épars dans le protoplasma. — MM. F. X. Gouraud et Corset ont observé que l'opalescence d'un liquide d'ascite était due à une mucine en suspension. — M. G. Jacobson a constaté que les acides gras libres se colorent parfaitement par les couleurs d'aniline diluées, tandis que les graisses neutres ne prennent aucune coloration. Les zontes grasses observées dans les selles de nourrissons sont constituées par des acides gras libres. — M. L. Nègre a reconnu que le système pigmentaire de la peau des Vertébrés est un système clos formé par les pigmentophores, leurs prolongements et les terminaisons de ces prolongements. — M. I.-G. Lache a observé que le nucléole du neurone a pour fonction de ramasser les grains de nucléine libres qui sont autour de lui. — M. E. Géraudel montre que la sécrétion biliaire n'est pas le résultat du travail d'un seul parenchyme, mais du fonctionnement de deux glandes: la glande porte, créant une cholémie intra-hépatique, et la glande sus-hépatique, qui rejette dans les voies biliaires le pigment intra-vasculaire. — M. Ch. Dhéré, étudiant les spectres d'absorption ultra-violettes des méthylxanthines, a observé que la substitution de CH^3 à H en position 1 et 3 dans la molécule de xanthine déplace l'absorption du côté le moins réfrangible. L'acide nucléique possède un remarquable spectre d'absorption, dû aux groupements pyrimidiques et puriques qu'il doit renfermer. — MM. J. Renaut et G. Dubreuil ont constaté que les liquides des diverses sécrétions sont variablement fournis de cellules spéciales actives et de fonctionnalité glandulaire (rhagiocrines), exportables dans le tissu conjonctif et y continuant un certain temps leur fonction. — MM. L. Garrelon et J.-P. Langlois ont observé, quand la respiration polypneuc du chien est très superficielle, l'établissement d'une respiration dyspnéique périodique, et une richesse relative du sang en oxygène quand se manifeste cette dyspnée.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Décembre 1905.

MM. Oddo et Achard ont constaté que l'instabilité est le grand caractère de la tension artérielle, comme elle est celui du rythme cardiaque chez les convaléscent. — M. Ch. Livon signale l'influence de la nature des canaux sur l'exactitude de la lecture des tracés de pression sanguine.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 12 Décembre 1905.

M. Jacques signale deux cas d'ectopie linguale du corps thyroïde chez deux jeunes filles. — MM. R. Collin et M. Lucien ont constaté, par des mesures faites sur le fœtus et l'enfant, que le thymus passe par un maximum pondéral au moment de la naissance. — M. L. Hoche décrit un résultat d'autopsie en faveur de l'exis-

tence de deux territoires distincts dans le domaine de la veine porte hépatique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 9 Janvier 1906.

M. Ferré a constaté la présence du *Spirochaeta pallida* dans diverses lésions superficielles de la syphilis, en particulier dans les lésions tertiaires superficielles et dans le sang recueilli à la surface d'une éruption secondaire. — M. J. Sabrazès a reconnu que le liquide eau de roche des hydrites peut devenir jaunâtre et ressembler à une sérosité lorsque, par suite d'effractions et d'altérations de la membrane, du sang s'épanche dans la poche; des phénomènes d'hématolyse interviennent. — MM. J. Kunstler et J. Chaîne ont étudié certaines anomalies dentaires présentées par des crânes de singes; elles consistent surtout dans la présence de dents supplémentaires. — M. Gentes considère le sac vasculaire comme un organe représentant des plexus choroides ventraux.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 24 Décembre 1905.

M. Copaux communique le résultat de ses recherches sur les propriétés physiques du nickel et du cobalt purs. — M. Noëling a étudié les diaminoanthraquinones et montre que les produits désignés jusqu'ici sous les noms d' α , β et γ -dinitroanthraquinones sont constitués par des mélanges. — M. Fournier a préparé les anhydrides des acides propionique, butyrique et iso-propylacétique en faisant agir le chlorure d'acétyle sur ces acides à des températures comprises entre 120 et 155°. L'acide isopropylacétique employé à ces recherches a été obtenu par la fixation du gaz carbonique sur le chlorure d'isobutylmagnésium, suivant la méthode indiquée par M. Grignard. L'auteur a étudié l'action des chlorures d'isobutyl- et d'isobutylmagnésium sur les anhydrides précédents, refroidis à -20°; la réaction ne fournit qu'une proportion très faible d'alcool tertiaire et donne, au contraire, une quantité assez forte de cétone. Il a ainsi isolé: l'éthylisobutylcétone (semi-carbazone fusible à 150°); la propylisobutylcétone (semi-carbazone fusible à 123-124° et qui avait été déjà préparée par M. Bouveault); la propylisobutylcétone (semi-carbazone fusible à 71-72°); la diisobutylcétone (semi-carbazone fusible à 119°). — M. Haller présente une Note de M. L. Barthe sur l'action du bromure d'éthyle sur le cyanate d'éthyle sodé. — M. Béhal présente une Note de MM. Chuit et Balsing intitulée: *Nouvelles conmarines et quelques-uns de leurs dérivés*.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 16 Novembre 1905 (suite).

M. J.-H. Jeans, étudiant les lois de la radiation, arrive aux résultats suivants: 1° La loi de radiation d'un radiateur parfait est de la forme $\lambda^{-5} T^2 (T/T_0)^2$, de sorte que la loi de Stephan et la loi du déplacement de Wien sont exactement vérifiées par la radiation de ce radiateur idéal; 2° Pour de grandes valeurs de T , la forme de la fonction $f(T)$ s'approche d'une constante, résultat dû à Lorentz; 3° Pour de faibles valeurs de T , la forme de la fonction $f(T)$ est telle qu'elle décroît très rapidement lorsque T décroît, en s'évanouissant finalement de la même façon que la fonction $e^{-c/T}$. — M. R. C. Maclaurin présente ses recherches mathématiques sur les anneaux de Newton formés par réflexion métallique. Il conclut que ce remarquable phénomène, sur lequel Stokes a attiré l'attention, s'accorde avec les principes connus de la réflexion métallique, sans nécessiter l'introduction d'effets de transition graduelle entre les milieux. — M. A.-A. Swinton: *Le passage des ions dans l'arc électrique*. Ce Mémoire décrit une expérience destinée à montrer

que, dans l'arc électrique, les électrodes positives et négatives mettent des porteurs ou ions qui sont respectivement chargés positivement et négativement, et, après avoir voyagé à travers l'arc, bombardent l'électrode opposée. La méthode adoptée par l'auteur ressemble à celle qu'employa Perrin pour prouver la charge négative transportée par les rayons cathodiques. On perce axialement un petit trou à travers l'une des électrodes de carbone, et immédiatement derrière cette ouverture on fixe un cylindre de cuivre isolé de Faraday, dont l'ouverture est dans l'axe de l'électrode et face à face avec l'ouverture de celle-ci. Un galvanomètre, reliant le cylindre isolé et l'électrode percée, mesure toute différence de potentiel entre les deux. La seconde électrode est un crayon de carbone ordinaire, et, suivant qu'elle est chargée positivement ou négativement, on trouve que des charges positives ou négatives respectivement sont communiquées au cylindre isolé de Faraday, pourvu que l'arc couvre l'ouverture percée dans l'électrode, mais pas autrement. Ces résultats, qui confirment la théorie décrite ci-dessus, ont été obtenus à la fois dans l'air à la pression atmosphérique et aussi dans le vide, tel qu'il peut être atteint avec une pompe pneumatique. Les déviations du galvanomètre augmentent considérablement avec le degré de vide, et, pour un vide quelconque donné, on obtient un beaucoup plus grande déviation lorsque la seconde électrode est chargée négativement, ainsi que le cylindre, que dans le cas contraire; ceci correspond avec le fait connu que les ions négatifs ont une vitesse supérieure à celle des ions positifs. — MM. R.-B. Denison et B.-D. Steele décrivent une méthode directe pour la mesure exacte des vitesses des ions sans emploi de gélatine. L'appareil consiste en deux réservoirs, pourvus chacun d'un vase à électrode spécial, et en un tube de mesure de section transversale connue, dans lequel la solution à mesurer est placée. L'un des réservoirs contient une solution d'un sel dont le cation est plus lent que celui à mesurer, et l'autre une solution d'un sel dont l'anion est plus lent que celui à mesurer. Quand un courant passe dans la direction convenable à travers un tel système, une bordure électrolytique à vitesse constante se forme dans des conditions déterminées. Le tube de mesure est pourvu à chaque extrémité d'une cloison en papier parcheminé qui facilite la formation d'une bordure électrolytique très nette entre l'indicateur et les solutions à mesurer. Ces cloisons peuvent être enlevées après que les bordures se sont formées; il ne reste plus aucune membrane entre les deux électrodes et l'électrolyse n'est pas compliquée par l'intervention de l'endosmose électrique. Les nombres de transport et les vitesses moyennes absolues des ions d'un certain nombre de sels ont été mesurés avec des résultats très satisfaisants. La méthode est au moins aussi exacte que celle de Hittorf et elle exige dix fois moins de temps. — M. W.-C.-D. Whetham a mesuré la conductibilité électrique de solutions diluées d'acide sulfurique. Il a employé quatre solvants différents : 1° Une eau redistillée de bonne qualité; 2° La même eau renfermant une trace de CO_2 ; 3° La même eau avec une trace de KCl ; 4° La même eau débarrassée autant que possible de CO_2 et d'autres impuretés volatiles par ébullition répétée sous pression réduite. Les résultats ont été les suivants : Dans les limites des erreurs expérimentales, la conductibilité équivalente de l'acide dilué n'est pas affectée par l'ébullition de l'eau sous pression réduite, quoique la conductibilité du solvant soit beaucoup diminuée. La conductibilité équivalente de l'acide est également inaltérée par l'addition d'une faible quantité de KCl à l'eau, quoique la conductibilité du solvant soit beaucoup augmentée. Mais, par l'addition d'un peu de CO_2 , la conductibilité équivalente de l'acide sulfurique diminue d'une façon appréciable, supérieure à celle qui aurait pu être prévue à l'avance. — Sir J. Dewar et M. H.-O. Jones ont étudié les propriétés physiques et chimiques du

carbonyle. Le fer-carbonyle pur est un liquide jaune, qui bout à $1029,5^\circ \text{C}$. et se congèle à -20°C . en un solide jaune, qui devient incolore à -180° . L'analyse, la densité de vapeur et la cryoscopie dans le benzène lui assignent la formule $\text{Fe}(\text{CO})_5$. Sa densité à 0° est de 1,4937; à 60° , de 1,3825. Sa température critique est 288°C ., sa pression critique 29,6 atm. et sa densité critique 0,49. Le volume moléculaire du fer-carbonyle à son point d'ébullition est 150, de sorte qu'en prenant 7 comme volume de l'atome de fer, le volume de chaque groupe CO est 28,6. Le volume moléculaire de CO à son point d'ébullition est 35; il y a une plus grande contraction dans la formation du fer-carbonyle au moyen de CO liquide et de Fe que dans la formation du nickel-carbonyle dans les mêmes conditions. Les réactions chimiques du fer-carbonyle sont très analogues à celles du nickel-carbonyle, mais sa stabilité est plus grande. Cl, Br, I, leurs composés l'un avec l'autre et leurs hydrides réagissent en donnant des sels ferreux et CO. Le benzène, en présence de chlorure d'aluminium, réagit avec le fer-carbonyle pour donner : à froid, de la benzaldéhyde; à 100° , de l'anthracène, comme avec le nickel-carbonyle. Le fer-carbonyle, seul ou en solution dans les solvants organiques, est décomposé par la lumière solaire suivant l'équation : $2\text{Fe}(\text{CO})_5 = \text{Fe}_2\text{CO}_5 + 2\text{CO}$. Ce composé se dépose à l'état de solide cristallin orange. Cette décomposition a lieu rapidement sous des pressions de CO allant jusqu'à 150 atmosphères. Le fer-carbonyle solide forme des plaques hexagonales lustrées, ayant une gravité spécifique de 2,085. Chauffé seul, il se décompose à 100° en CO, fer-carbonyle liquide et fer; chauffé avec CO sous pression, il est complètement transformé en fer pentacarbonyle liquide. Le fer-carbonyle solide, chauffé avec un solvant tel que l'éther ou le toluène, donne une intense coloration verte.

Séance du 23 Novembre 1905.

MM. B. Moore et E. Roaf : Sur certaines propriétés physiques et chimiques des solutions de chloroforme et d'autres anesthésiques. Contribution à la chimie de l'anesthésie. II. Les expériences décrites dans ce Mémoire confirment la conclusion d'un Mémoire précédent des auteurs¹, à savoir : que les anesthésiques forment des composés instables ou des agrégats avec les protéides des cellules des tissus et que l'anesthésie est due à la paralysie des activités chimiques du protoplasma résultant de la formation de tels composés. Les expériences comparatives avec des extraits éthers démontrent que l'action se manifeste sur les protéides de la cellule et non sur les lipoides. Les composés ou agrégats ainsi formés sont instables et n'existent qu'aussi longtemps que la pression de l'anesthésique dans le sang est maintenue. Voici le résumé des expériences des auteurs : 1° La solubilité de tous les anesthésiques expérimentés est plus élevée dans le sérum que dans l'eau; 2° A une certaine concentration, définie pour chaque anesthésique, il se produit de l'opalescence et un commencement de précipitation des protéides; 3° A égale concentration du chloroforme dans l'eau ou dans une solution saline d'une part, et dans le sérum, l'hémoglobine ou les tissus (cerveau, cœur, muscle et foie) d'autre part, la pression de vapeur est toujours plus élevée dans le premier cas que dans le second; 4° La courbe reliant la pression de vapeur et la concentration est, pour l'eau et la solution saline, une ligne droite, tandis que, pour le sérum, l'hémoglobine et les protéides des tissus, c'est une courbe montrant des phénomènes d'association, spécialement aux concentrations élevées; 5° Des déterminations comparatives de pression de vapeur et de concentration dans le sérum et le tissu du cerveau, et dans les extraits éthers de ceux-ci égaux en concentration de lipoides, montrent que les protéides du tissu se combinent avec l'anesthésique; 6° Des déterminations des effets de l'addition du

¹ Voir la Revue du 15 juillet 1904, p. 60.

chloroforme sur l'abaissement du point de congélation confinent les résultats obtenus par les déterminations de pression de vapeur et de solubilité; 7° Les déterminations des changements dans la conductivité électrique causés par l'addition du chloroforme indiquent qu'il se produit un dédoublement des électrolytes accompagnant la combinaison de l'anesthésique avec les protéides; 8° Lorsque les lipoides extraits du sérum ou des tissus par l'éther sont émulsionnés avec une solution saline normale, beaucoup de lipoides prennent la forme de disques bi-concaves; 9° Les émulsions de lipoides sont très permanentes, mais se séparent lorsqu'on ajoute des anesthésiques ou des sels neutres, de la même façon que les solutions colloïdales. — **MM. B. Moore, E. Roaf et E. Whitley** : *Effets des alcalis, des acides et des sels alcalins et acides sur la croissance et la division cellulaire des œufs fertilisés de l'Echinus esculentus*. L'attention des auteurs a été attirée vers l'étude des effets des faibles variations de réaction chimique sur la croissance des cellules au point de vue biochimique, à la suite de l'observation que, dans une affection maligne, les glandes gastriques, en général, ne sécrètent pas d'acide chlorhydrique, quelle que soit la localisation de la tumeur maligne, ce qui indique une augmentation d'alcalinité du plasma. Au cours des recherches sur le degré de croissance de la cellule, les auteurs furent frappés, par l'examen microscopique des cellules à l'état frais, par les irrégularités marquées de dimension et de forme des cellules qui se développent dans un milieu alcalin comme c'est le cas pour les cellules qui se développent dans l'eau de mer à laquelle on ajoute du phosphate di-sodique), et aussi par des tendances marquées vers la prolifération nucléaire. Ces faits ont conduit les auteurs à entreprendre l'examen cytologique des cellules fixées et colorées afin de montrer la division nucléaire, ce qui les a amenés à trouver les formes irrégulières de mitose décrites plus loin. Ces divisions atypiques, qui ont été produites par des variations dans le milieu semblable à celles qui se présentent dans le sang lors d'une affection maligne, ont une ressemblance étroite avec les divisions pathologiques constatées dans les tumeurs malignes. On peut résumer comme suit les résultats des expériences et leur rapport avec les processus des tumeurs malignes: 1° Dans presque tous les cas d'affection maligne, la sécrétion d'acide chlorhydrique par les glandes gastriques est arrêtée ou fortement réduite; cet effet n'est pas dû à des conditions locales de l'estomac, puisqu'il se produit quelle que soit la place de la tumeur, mais il est dû à un changement dans la distribution des sels dans le plasma, par lequel l'alcalinité est accrue ou la concentration des ions hydrogène diminuée; 2° Une addition de faibles quantités d'alcalis ou de sels alcalins, tels que le phosphate di-sodique, au milieu dans lequel les cellules se développent et se divisent cause tout d'abord une augmentation de la vitesse de croissance et de division; mais, si l'on augmente l'alcalinité, on voit une tendance marquée à une irrégularité de dimensions et de forme dans les cellules qui en résultent. La division nucléaire est en avance sur la division cytoplasmique, de sorte que les cellules deviennent multi-nucléées. Si l'on augmente l'alcali, la division cellulaire et la division nucléaire sont arrêtées; 3° A la suite de la stimulation de la division nucléaire provoquée par l'alcali dilué, on aperçoit beaucoup de formes atypiques de mitose, déjà décrites dans les tumeurs malignes. Voici les variations: a) Noyaux multiples dans la même cellule à l'état de division active; b) Mitose multipolaire, se produisant à la fois à l'état de cellule simple, et plus tard dans le développement de l'organisme; c) Mitose asymétrique conduisant à une distribution inégale des chromosomes aux deux cellules-filles; d) Réduction de longueur des chromosomes lorsque la concentration de l'alcali est augmentée, jusqu'à ce que les chromosomes apparaissent comme des points ronds; une réduction numérique d'environ la moitié du chiffre normal accompagne la réduction

de longueur; e) Dans certains cas, la chromatine se dispose en cercles, chacun d'eux possédant une certaine quantité d'épaississements. Les cercles sont arrangés en groupes dans la cellule et semblent représenter un degré dans l'anaphase, les groupes étant placés environ à la distance habituelle des centrosomes; des traces de fibres achromatiques sont parfois visibles.

— **M. E. Withley** a étudié l'arrêt ou la modification de développement des œufs du *Pleurocetes platessa* et de l'*Echinus esculentus* qui se produisent sous l'effet des acides, des alcalis et de certains indicateurs. Il est arrivé aux résultats suivants: 1° La quantité de variation de la concentration normale des ions hydrogène et hydroxyle dans l'eau de mer, que les œufs des *Pleurocetes* tolèrent, est très faible; 2° Un trouble de l'équilibre du côté acide est beaucoup plus fatal que du côté opposé; 3° Un développement progressif de résistance contre une action défavorable du milieu a lieu en proportion de l'âge des œufs; 4° La phénolphthaléine est mortelle pour les œufs des *Echinus esculentus*, mais inoffensive pour ceux des *Pleurocetes*, tandis que le diméthylamidoazobenzène tue rapidement ces derniers et semble avoir une influence favorable sur le développement des premiers.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Décembre 1903.

MM. P. C. Ray et A. C. Ganguli montrent qu'il existe deux modifications du nitrite d'argent. La variété α a été obtenue par double décomposition entre des solutions de nitrate d'argent et de nitrite de sodium; chauffée vers 220° à 250°, elle fond en dégageant des fumées rouges de bioxyde d'azote. La décomposition a lieu d'après l'équation $2\text{AgAzO}^2 = 2\text{Ag} + \text{Az}^2\text{O}^4$; en même temps, une portion de l'argent mis en liberté agit sur les fumées nitreuses en donnant du nitrate d'argent et du bioxyde d'azote: $\text{Ag} + \text{Az}^2\text{O}^4 = \text{AgAzO}^2 + \text{AzO}$. La variété β , dissoute dans l'eau bouillante, est soumise à la cristallisation; l'eau-mère, décantée et évaporée, laisse déposer de belles aiguilles de la variété β . Celle-ci, chauffée à 200-250°, ne fond pas; elle dégage très peu de fumées rouges, mais, par contre, un gaz incolore, qui est de l'oxygène; le résidu est de l'argent. Les auteurs attribuent à cette variété la constitution oxylique: $\text{Ag}_2\text{O}.\text{AzO}$; la décomposition a lieu en Ag_2O et AzO . — **M. E. Divers** critique vivement les conclusions de **MM. Ray et Ganguli**. Il attribue la différence de décomposition des deux soi-disant variétés à la façon dont le sel est soumis au chauffage: à l'état de poudre dans un cas, à l'état de cristaux dans l'autre. — **M. F. D. Chattaway** a étudié l'action du chlorure sur le sulfinate benzoïque (saccharine). Lorsqu'on opère en présence d'un excès d'alcali, on peut précipiter par un acide minéral un acide sulfonedi- (ou mono-) chloroamidé. Quand le chlorure agit sur le sel de sodium de la saccharine, on obtient l'*Az-chlorosulfinate* β -benzoïque, qui est transformé par les alcalis en sel de l'acide α -sulfonechloroamidobenzoïque. — **M. H. R. Le Sueur**, en chauffant vers 270-275° les α -hydroxydérivés des acides margarique, palmitique, pentaéthylique et myristique, a obtenu d'une part les lactides des hydroxyacides, d'autre part les aldéhydes contenant un atome de C de moins que les acides originaux, le rendement en aldéhyde variant de 30 à 50 %. Ces aldéhydes sont des solides blancs, solubles dans les solvants organiques. — **MM. R. H. Pickard, W. O. Littlebury et A. Neville**, en faisant réagir la *l*-menthylcarbamide sur les alcools, ont obtenu des *l*-menthylcarbamates, dont les rotations moléculaires ont à peu près une valeur constante pour chaque solvant. — **MM. A. J. Brown et E. Th. Millar** ont reconnu que la méthode de Millar pour la détermination de la tyrosine par bromuration est applicable en présence des protéines et de leurs premiers produits de dédoublement par les enzymes. En appliquant cette méthode, ils ont constaté que la tyrosine est entièrement libérée dans le

premier stade de la digestion tryptique. — MM. W. H. Perkin jun. et R. Robinson, en traitant l'acide pipéronylique par PCl_5 , ont obtenu son chlorure $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{Cl}_2$. COCl_2 , F. 80°, qui réagit avec l'acétoacétate d'éthyle sodé pour donner le sel de Na du pipéronylacétoacétate d'éthyle $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{O}_2\text{C}^{10}\text{H}_7\text{CO}_2\text{Na}$ $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{CO}_2\text{C}^{10}\text{H}_7$. Ce dernier est décomposé par AzH_3 avec formation de pipéronylacétoate d'éthyle $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{O}_2\text{C}^{10}\text{H}_7\text{CO}_2\text{C}^{10}\text{H}_7$, F. 44°. — MM. S. Chadwick, J. F. Ramsbottom et D. L. Chapman ont soumis à l'action de la lumière ultraviolette un mélange à volumes égaux de CO et O séchés sur l'acide sulfurique. Le mélange se contracte d'abord lentement, puis plus rapidement, et enfin de plus en plus lentement; finalement 22,95 % de CO sont transformés en CO_2 et 39,63 % d'oxygène en ozone. Avec des gaz séchés sur P_2O_5 , on arrive à des résultats un peu inférieurs. Avec des gaz saturés de vapeur d'eau, la contraction est uniforme dans toute la durée de l'expérience; finalement, 53,2 % de CO sont convertis en CO_2 et seulement 2,6 % d'oxygène en ozone. — M. A. W. Titherley poursuit ses recherches sur les dérivés benzoylés de la salicylamide. — M. E. Hantzsch défend sa théorie stéréochimique des composés diazoïques, attaquée par MM. Armstrong et Robertson, qui la considèrent comme improbable et comme inutile en fait. — MM. J. E. Mason et J. Wilson montrent que les manchons à incandescence ordinaires peuvent être utilisés à la place de l'asbeste platine dans les expériences de cours sur la préparation de la formaldehyde par la vapeur d'alcool méthylique et l'air et de SO_2 par SO_3 et O , ainsi que dans la détermination de H , CO , CH_4 dans l'analyse des gaz par combustion avec un excès d'oxygène. — MM. J. S. Ford et J. M. Guthrie ont constaté que l'asparagine, la glycine et l'alanine n'ont pas d'influence spécifique sur l'action amyolytique; celle-ci a lieu normalement en solution neutre. L'amidon soluble purifié a les propriétés d'un acide extrêmement faible. — M. F. S. Sinnatt a reconnu que la méthode de Knecht et Hibbert pour la détermination de l'acide picrique au moyen du chlorure titaneux est applicable aux composés d'addition de l'acide picrique. Ainsi, on peut doser le naphthalène dans le gaz d'éclairage en le séparant à l'état de picrate et en le titrant par cette méthode. — M. E. R. Watson, en électrolysant du nitrate d'argent en solution aqueuse dans des conditions très variées, a toujours obtenu à l'anode un composé défini, répondant à la formule de $\text{Sule Ag}^{10}\text{O}^{12}\text{Az}$, et qui est un peroxyhydrate. Il est décomposé par l'eau bouillante en AzAzO_2 , O_2 et $3\text{Ag}_2\text{O}$; le bioxyde d'argent est une poudre gris noir, soluble dans l'acide sulfurique avec dégagement d' O_2 ; il réagit avec l'ammoniaque d'après l'équation : $6\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{AzH}_3 = 3\text{Ag}_2\text{O}_3 + \text{Az}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$, et il reste en solution un composé $m\text{Az}^{10}\text{O}^{12}$. — MM. J. E. Hewitt et H. V. Mitchell ont hydrolysé la 4:6-diméthylcoumarine, puis copulé le coumarin alécalin obtenu avec le chlorure de phényldiazonium. Les azocoumarines formées sont fortement colorées, du rouge au violet; par acidification, il se précipite des anhydrides peu colorés. — M. Th. S. Price a préparé un mélange des sels de K des acides sulfurique, permonosulfurique et perdisulfurique, et il a pu déterminer la quantité de chacun des constituants présents. Les résultats obtenus montrent que l'acide permonosulfurique possède la formule H_2SO_5 .

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 4 Décembre 1905.

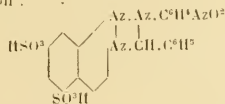
M. H. G. Denham a déterminé la température de combustion du méthane en présence d'asbeste palladié. La température de combustion du méthane pratiquement pur avec l'oxygène est de 514°-516°. Une augmentation de la vitesse avec laquelle les gaz passent dans le tube de combustion augmente la température

de combustion. Cette température s'élève également lorsque les volumes des gaz ne sont pas exactement ceux qui correspondent à une combustion complète sans résidu. L'action catalytique du métal ne paraît pas due à une oxydation superficielle. Dans aucun cas, on n'a observé rien qui approche d'une combustion complète, même à 100° au-dessus de la température de combustion; entre 580° et 595°, environ 1 % de méthane sont brûlés. — M. W. A. Caspari montre que les hydrocarbures de la gutta et du balata sont identiques. Ce sont des polyprènes C^{10}H_8 , donnant les mêmes dérivés chlorés $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{Cl}$ et bromés $\text{C}^{10}\text{H}_7\text{Br}$, sulfurés et azotés. D'autre part, la comparaison entre la gutta et le caoutchouc montre qu'il n'y a aucune différence essentielle dans la chimie de ces deux formes de polyprènes; il semble qu'on est en présence d'une molécule commune, dont la différence d'aggrégation provoque la différence de structure mécanique; les produits de dégradation sont les mêmes. — MM. R. Seligman et F. J. Willott proposent une méthode rapide de détermination du zinc dans les alliages zinc-aluminium légers. L'échantillon est dissous dans la soude caustique, le zinc précipité à l'état de sulfure, le précipité redissous dans HCl , et enfin le zinc titré par la solution de ferrocyanure de potassium. — M. C. J. D. Gair a fait des essais comparés sur les méthodes de détermination du naphthalène dans le gaz d'éclairage : celle de Colman et Smith (passage dans une solution d'acide picrique et précipitation à l'état de picrate) et la sienne (passage dans une solution d'acide acétique et précipitation par l'acide picrique) donnent des résultats exacts et comparables. — MM. B. F. Howard et F. Perry ont préparé un certain nombre de sels de la cinchonamine : le chlorhydrate $\text{C}^{20}\text{H}_{27}\text{AzO}_2\text{HCl}$ (il n'existe pas de dichlorhydrate), le bromhydrate, l'iodhydrate, le chloroplatinate $\text{C}^{20}\text{H}_{27}\text{AzO}_2\text{H}_2\text{PtCl}_6$, le salicylate, le sulfate, le bisulfate et le picrate $\text{C}^{20}\text{H}_{27}\text{AzO}_2\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2$. — M. E. A. Mann a analysé le premier échantillon de gaz naturel trouvé en Australie, aux mines d'or de Kalgoorlie; il renfermait CO_2 , O , CH_4 et Az . — Le même auteur a fait l'étude comparative des diverses méthodes employées à la détermination de la teneur en alcool des essences. La méthode de Thorpe et Holmes est assurément la meilleure, mais elle est très longue; pour les déterminations courantes, la méthode de l'Association des chimistes officiels américains la remplace très bien. Enfin, la méthode d'Allen est également recommandable, mais ne donne pas toujours un distillat très clair.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 1^{er} Décembre 1905.

M. J. R. Woods, en combinant la *p*-nitraniline diazotée avec l'acide 2:5:7-aminonaphtholdisulfonique, puis faisant bouillir ce composé avec le benzaldéhyde, HCl et H_2O , a obtenu un corps incolore, cristallisable, de constitution :



Cette substance est un indicateur très délicat pour le titrage des acides et des alcalis; elle est incolore en présence des premiers et orange intense en présence des seconds. Elle est plus sensible que la phénolphthaléine et le méthylorange et offre plus de contraste dans la réaction colorée. — M. H. Porter étudie la question du tirage des cheminées et des tuyaux de connexion dans les usines de produits chimiques.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 9 Novembre 1905.

M. H. Louis passe en revue les méthodes les plus importantes pour le triage des minerais en vue de leur

traitement métallurgique ou chimique. — MM. F. C. Garrett et E. L. Lomax décrivent une méthode pour la détermination du soufre dans le pétrole et les matières bitumineuses, par chauffage avec un mélange de carbonate de soude anhydre et de chaux ou de magnésie. Les sulfures formés sont dissous dans l'eau et oxydés par l'air en sulfates. La méthode donne des résultats qui s'approchent de ceux de la méthode de Carius.

SECTION DE NOTTINGHAM

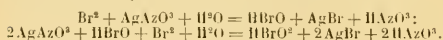
Séance du 29 Novembre 1905.

M. J. M. C. Paton présente une adresse sur le bénéfice dans les entreprises industrielles. — MM. J. Golding et E. Feilmann montrent clairement que le cuivre est attaqué par le lait, surtout en présence de l'air, et que de petites quantités du métal entrent en solution dans le lait (1 à 100 millionièmes). Du lait frais ainsi contaminé est très sujet au développement d'un goût fari-
 neux particulier en 16 à 18 heures. Ce goût paraît dû d'une part au développement de microorganismes en présence du cuivre, qui favorise d'autre part le développement des organismes lactiques.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Novembre 1905.

M. A. H. Richards conclut de ses expériences que l'acide bromeux existe réellement et qu'il peut être formé en ajoutant du brome liquide en excès à une solution concentrée de nitrate d'argent. Il se forme probablement d'abord de l'acide hypobromeux, qui est oxydé par le brome en excès en acide bromeux. Les équations sont probablement les suivantes :



Il a été impossible d'isoler l'anhydride Br^2O^2 .

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 1^{er} Décembre 1905.

M. W. Wilke décrit le procédé de contact pour la fabrication de l'acide sulfurique employé par la *Verein chemischer Fabriken* à Mannheim. Il repose sur quatre principes : 1^o Employer la chaleur dégagée pendant le grillage à mettre en train l'action catalytique de l'oxyde de fer sur SO^2 ; 2^o Purifier les gaz de la combustion par voie sèche; 3^o Convertir ou oxyder catalytiquement la partie du SO^2 qui a passé sur les matières de contact sans être transformée au moyen de platine et la réchauffer à la température convenable au moyen de la chaleur perdue de la combustion; 4^o Faire circuler les gaz au moyen d'aspirateurs seulement.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 6 Novembre 1905.

MM. H. R. Procter et W. E. Holmes ont étudié l'oxydation des huiles en chauffant celles-ci au bain-marie et en les faisant traverser par un courant d'air continu. Sans exception, pour chaque huile ainsi traitée, la densité et l'indice de réfraction augmentent à mesure que l'oxygène est absorbé; en même temps, l'indice d'iode, qui est la mesure des liaisons non saturées, diminue, sans que toutefois l'on approche de la saturation complète. Ces divers facteurs ne dépendent toutefois pas du même changement physique ou chimique, car l'un peut augmenter pendant un certain temps, tandis que l'autre reste entièrement stationnaire.

LOUIS BRUNET.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 20 Octobre 1905.

M. A. Hess a fait des recherches sur les variations de volume qu'éprouvent les corps en fondant. Il s'est servi d'une méthode basée sur le principe hydrosta-

tique, qu'il substitue à celui de la dilatation utilisé par la plupart des auteurs. Dans ses premières expériences, faites il y a quelques années, il s'était appliqué à déterminer la poussée d'une façon continue, sous un apport permanent et progressif de chaleur. En mesurant la poussée variable au moyen d'une balance sensible, où la force antagoniste est réglée par des déplacements verticaux du centre de gravité, il vient d'accroître de beaucoup la sensibilité de cette méthode, qu'il modifie de façon à l'appliquer aussi aux températures élevées. Le Mémoire original contient de nombreux diagrammes relatifs à plusieurs corps simples ou composés. Une méthode analogue serait, d'ailleurs, susceptible de donner des résultats satisfaisants dans les recherches relatives aux variations de la structure cristalline, à l'allure temporaire des transpositions moléculaires, à la grandeur des quantités latentes d'énergie. Elle se prêterait également à élucider l'allure des réactions chimiques. — M. K. T. Fischer a construit un nouveau magnétomètre destiné à la mesure directe, au moyen du voltmètre, des champs magnétiques. Ce magnétomètre est basé sur le cas le plus simple et en même temps le plus remarquable d'induction magnéto-électrique, qui se présente lorsqu'un disque circulaire homogène tourne au sein d'un champ magnétique homogène dans un plan perpendiculaire à ce dernier. Au lieu des variations de position géométrique relativement au champ magnétique et au circuit, ce n'est, en effet, que le mouvement du disque tournant qui, dans le cas présent, est cause manifeste d'induction. La vitesse de rotation du disque étant maintenue constante et mesurée par un mouvement d'horlogerie, on détermine soit la valeur absolue du potentiel électrique (l'intensité du champ magnétique étant connue), soit cette intensité même, le potentiel étant donné par un voltmètre ou millivoltmètre. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 9 Novembre 1905.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Fr. Mertens : La décomposition de Kummer des résultantes de la division du cercle. Sur la preuve de Dedekind de l'irréductibilité des équations pour les $p^{\text{ème}}$ racines primitives de l'unité. Sur l'irréductibilité des équations binômes. — M. G. Kohn : Sur la projection de six points du plan.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Max. Samec a étudié la transparence de l'air dans diverses conditions atmosphériques à Vienne. La vue à longue distance présente une variation diurne très accusée : elle diminue vers le matin, passe par un minimum entre 6 heures et 8 heures, atteint son maximum vers 2 heures de l'après-midi et reste à peu près constante pendant la soirée. La vue à l'ouest est la meilleure; puis vient la vue à l'est; la vue au sud (par-dessus la ville) est très trouble. L'état du baromètre et la température n'ont qu'une faible influence sur la transparence de l'air; mais la direction et la force du vent en ont une très grande. — M. P. Ehrenfest applique à la théorie du rayonnement irréversible de Planck les considérations dimensionnelles de Lorentz. — M. N. Stücker a reconnu, par des expériences sur le salpêtre en solution et sur le phénol fondu, que l'influence de la quantité de substance sur la probabilité de la cristallisation des liquides surfondus a bien lieu dans le sens indiqué par Pfaffler en 1874. Mais elle peut être en partie modifiée et même surcompensée par une autre influence : celle de la grandeur relative de la surface du récipient.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. S. Exner a étudié le pouvoir d'orientation des pigeons-voyageurs d'après une méthode qui lui permet de mesurer les trajets aériens de ces animaux. Il se rallie à l'opinion de ceux qui attribuent le pouvoir d'orientation uniquement au sens de la vue et à une mémoire très développée pour les localités. — MM. E. Herrmann et L. Stolper : Sur

la syncytiogénèse chez les cobayes. — **M. R. von Wettstein** transmet la première partie des résultats de l'Expédition botanique qu'il a conduite dans le sud du Brésil en 1901.

Séance du 16 Novembre 1905.

SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. Mache** a étudié la genèse des ions dans l'atmosphère. Il l'attribue à l'émanation radio-active, qui a son origine dans la teneur du sol en substance radio-active. Cette émanation se répand dans l'air sous l'influence des courants atmosphériques et de la diffusion. — **M. K. Przibram** a déterminé la répartition du potentiel entre des plaques parallèles dans des liquides mauvais conducteurs alcools, acides gras et leurs éthers, et il a observé des différences polaires qui indiquent des différences dans les mobilités des ions.

Séance du 23 Novembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. W. Wirtinger** recherche le nombre des intégrales hypergéométriques indépendantes linéaires de $n^{\text{ème}}$ degré. Avec des exposants variables, il existe, en fait, un nombre n^2 de ces intégrales. — **M. L. Klug** : Le tétraèdre avec surfaces congruentes. — **M. G. von Niessl** a déterminé la trajectoire du météore observé en Autriche, le 14 mars 1905. Le point de radiation se trouvait par 144° d'ascension droite et 93° de déclinaison sud; il apparut à 87 km. de hauteur au-dessus de Panska Javorina en Hongrie, et disparut à 37,3 km. au-dessus de Scheibetau en Moravie. Le point de rayonnement de ce météore paraît être identique à celui de la boule de feu du 13 mars 1883.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Pollak** : Recherches sur l'arc au mercure.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — **MM. R. Kraus** et **O. Kren** sont parvenus, pour la première fois, par transport de matière tuberculeuse sur la peau des macaques, à provoquer chez des animaux la tuberculose cutanée primaire. — **M. F. Werner** transmet un Rapport sur son voyage au Soudan égyptien et à Gondokoro, d'où il a rapporté de nombreuses collections zoologiques. — **M. F. Köhl** a examiné les Hyménoptères rapportés par l'Expédition de l'Académie dans l'Arabie du Sud et à Socotora. Il a trouvé 159 espèces, dont 85 pour le Sud de l'Arabie et 74 pour Socotora; 22 espèces seulement sont communes aux deux domaines.

Séance du 7 Décembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Pick** : Sur la théorie des procédés de différentiation de la théorie des invariants.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. Lecher** a étudié l'effet Thomson pour le fer, le cuivre, l'argent et le constantan, entre 100° et 350° . — **M. F. von Lerch** a entrepris des recherches sur la séparation électrolytique du radium B et du radium C. Si l'on active une feuille de cuivre en la plongeant dans une solution d'induction préparée en dissolvant l'induction d'une feuille de platine induite dans un acide, l'activité induite diminue d'après la période la plus rapide (radium C). De même, par Ni ou par l'électrolyse avec une très faible densité de courant sur une cathode de platine poli, on obtient des précipités actifs, qui possèdent la plus petite constante de diminution. Le radium actif C est donc électrochimiquement plus noble que le radium B. Ce dernier est précipité par Zn ou par électrolyse sur une cathode de platine platiné; l'activité du précipité diminue plus lentement. — **M. J. Donau** a étudié les propriétés de la solution de chlorure de palladium noircie par le passage d'un courant de CO; elle ressemble tout à fait aux solutions d'or colloïdal et doit contenir le palladium à l'état colloïdal. — Le même auteur a constaté que l'augmentation de conductibilité que présentent les solutions d'or et de palladium après réduction par CO est plus ou

moins proportionnelle à la teneur en métal de la solution colloïdale et peut servir à déterminer cette dernière. — **M. L. Schimetschek** a étudié la condensation de la diphenylacétone avec les *p*-nitro-, *p*-oxy-, *p*-chloro- et *o*-nitrobenzaldéhydes. Les groupes AzO^2 , OH et Cl en para et AzO^2 en ortho n'ont pas d'influence sur la labilité du chlore dans les produits de condensation. — **M. R. Wegscheider** donne de nouvelles formules d'interpolation pour trouver la densité des solutions de soude caustique et de carbonate de soude.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — **MM. E. Finger** et **K. Landsteiner** ont poursuivi leurs recherches sur l'inoculabilité de la syphilis aux singes. Le résultat le plus important a été la production de l'infection par le sperme d'un homme atteint d'un lues depuis trois à quatre mois, qui s'est montré très virulent; ce résultat a une grande valeur pour la question de l'hérédité paternelle de la syphilis. — **M. A. Nalepa** continue ses recherches sur les champignons des galles. Il décrit deux espèces nouvelles : *Eptimerus Vitis* et *Eriophyes striatus*.

Séance du 13 Décembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Grunberger** Les angles d'intersection de trois cercles.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. von Schweidler** communique les observations relatives à l'électricité atmosphérique faites sur le Mattsee pendant l'été 1905. La dispersion montre une période diurne triple, avec maxima le matin de bonne heure, après midi et dans la nuit, et minima au lever du soleil, avant midi et au coucher du soleil. La teneur en ions a une période simple, avec maximum la nuit et minimum le jour. — **M. E. Bausenwein** a mesuré l'effet Peltier pour le constantan et le fer entre 100° et 700°C ; il est représenté par une ligne droite, mais qui monte moins rapidement que ne l'exigerait la théorie de Thomson. — **M. C. Brückner** a étudié la réaction entre le soufre et les sulfates. Dans tous les cas, il se forme d'un côté SO_2 ; de l'autre, les produits finaux ne sont pas toujours des sulfures simples, mais aussi des polysulfures, des oxydes inférieurs, quelquefois des métaux. — **M. H. Meyer** a étudié les exceptions à la réaction générale de transformation des éthers en amides d'acides par AzH_3 . Il peut y avoir des empêchements stériques, comme avec l'éther méthylique de l'acide β -méthylcinchonique. Dans d'autres cas, où l'éther éthylique ne réagit pas avec AzH_3 , l'éther méthylique réagit facilement (acides gras supérieurs, acides alkylmaloniques). — **M. R. Ofner** a préparé les hydrazones et les osazones du fructose et du glucose avec l'éthylphénylhydrazine. — **M. A. Jolles** : Nouveau procédé de détermination quantitative des pentoses.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — **M. A. Handlirsch** communique ses recherches morphologiques et paléontologiques sur la phylogénie des Arthropodes. Il estime que les Péripatides n'ont pas de relation avec les Arthropodes, mais sont une branche latérale relativement jeune des Annelides. Le système qu'il propose est le suivant : Rotatoires, Tardigrades, Annelides, Malacopodes, Arthropodes. — **M. K. Linsbauer** a observé que les étamines de *Centaurea americana* ne se contractent pas seulement à la suite d'excitations mécaniques, mais aussi dans d'autres circonstances. Ces mouvements sont probablement dus à des déplacements d'eau dans le filament causés par les variations des facteurs météorologiques; l'approche d'une aiguille chaude provoque, pour la même raison, un mouvement du filament. Les poils des étamines des Centaures ne sont pas des organes de perception des excitations mécaniques, mais surtout des stimulateurs ou transmetteurs d'excitation.

Séance du 21 Décembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. Jaumann**, étudiant les phénomènes électromagnétiques dans les milieux en mouvement, arrive à des équations diffé-

rentielles qui constituent une représentation tout à fait nouvelle de ces phénomènes.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Daublebsky von Sterneck propose une nouvelle théorie des distances apparentes, dans l'estimation desquelles il fait entrer, non seulement la parallaxe binoculaire, mais encore tous les moyens de renseignement utilisables d'un point donné. Dans le cas de l'estimation de la distance apparente des becs de gaz d'une rue, l'auteur trouve, entre la distance vraie d et la distance apparente d' , le rapport simple $d' = \frac{cd}{c+d}$, où c est une constante

dépendant des environs du point de stationnement et qui est d'autant plus grande que cet endroit offre plus de points de repères pour la détermination de la distance. — M. R. Kremann, par l'examen des diagrammes de fusion, montre que les trois cristaux isomères et l'aniline, ainsi que le phénol avec les α - et p -toluidines, la m -xylydine et la β -naphthylamine forment des combinaisons additionnelles tétramoléculaires. — MM. R. Kremann et R. von Hofmann ont constaté que la plupart des combinaisons moléculaires se trouvent, au-dessous de leur point de solidification, dans un équilibre de dissociation, qui apparaît dans le fait que les valeurs des chaleurs spécifiques de ces combinaisons sont plus élevées que celles qu'on calcule par la loi de Kopp-Neumann. Mais si, par refroidissement, l'on s'éloigne assez de ce point de solidification, la dissociation devient nulle et la loi de Kopp-Neumann se vérifie de nouveau. — MM. R. Kremann et O. Rodinis ont observé que, des trois séries de benzènes substitués isomères, seuls, les composés m et p ont tendance à former des composés d'addition moléculaire avec l'aniline et le naphthalène, tandis que les composés α n'ont pas cette faculté. Dans les benzènes trisubstitués, la présence d'une substitution ortho diminue la tendance à la formation de combinaisons moléculaires.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. H. Vettiers communique ses observations géologiques sur le nord de l'Albanie. LOUIS BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 25 Novembre 1905 (suite).

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. F. M. Jaeger : *Contribution à la connaissance du remplacement isomorphe des éléments fluor, chloro, bromo et iodo dans les molécules organiques. Etude chimique cristallographique.* — M. A. F. Holleman présente aussi au nom de M. F. H. van der Laan : *La bromuration du toluène.*

3° SCIENCES NATURELLES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen : *Notice nécrologique sur M. Johannes Zeeman, médecin, membre de l'Académie (1824-1905).*

— M. A. Wichman : *Les pierres des Ardennes dans les dépôts quaternaires des Pays-Bas, au nord du Rhin.* Quoiqu'on ait défendu à plusieurs reprises, avant 1887, l'opinion que les dépôts quaternaires néerlandais contiennent des cailloux ardennais, ce n'est qu'en cette année que M. J. Loric en a donné la preuve par la découverte d'une pierre à *Rhynchonella Thurmanni* près de Wageningen. Cependant, d'après les recherches de l'auteur, les pierres ardennaises montrent une grande distribution aux Pays-Bas; il en distingue les cinq groupes suivants : 1° les quartzites pyritifères du système cambrien, comme on en trouve fréquemment à Bevin et Deville aux bords de la Meuse; 2° les porphyroïdes, comme celles de Mairus et Laifour entre Revin et Deville; 3° le calcaire carbonifère à *Productus striatus*, comme celui de Visé en Belgique et le calcaire à *Crinoides*, très abondant dans les environs de Dinant; 4° le calcaire marneux à *Rhynchonella Thurmanni*, dont le lieu original est Vieil-Saint-Rémy au sud-ouest de Mézières; 5° les grès siliceux à *Nummulites laevigata*, dont l'origine se trouve dans

l'arrondissement d'Avesnes, surtout dans les environs de Trélon (département du Nord). Toutes ces pierres, parmi lesquelles les quartzites cambriennes offrent la plus grande distribution, font partie du Diluvium entremêlé dans les provinces d'Overijssel, de Gueldre, d'Utrecht et dans une partie de la province de Hollande septentrionale, appelée le « Gooi ». Elles ont été transportées vers le nord avant l'arrivée du glacier scandinavia, car on les trouve réunies aux cailloux venus de Scandinavie et du Rhin. D'après l'opinion de l'auteur, le transport ne s'explique qu'à l'aide de glaciers. La grandeur excessive de la distance entre les lieux

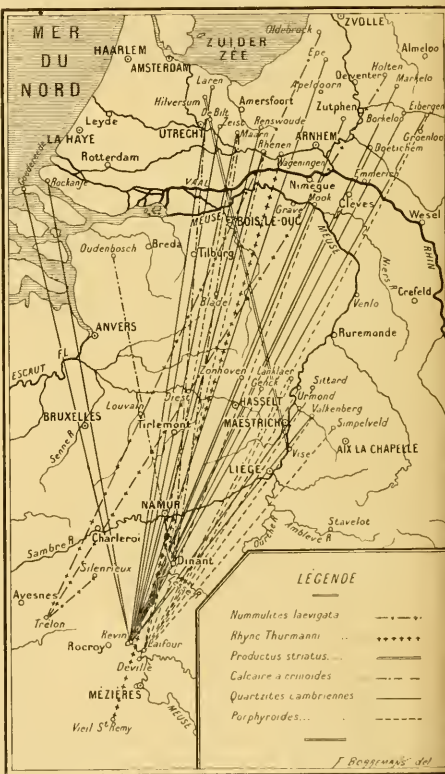


Fig. 1. — Distribution des pierres des Ardennes dans les terrains quaternaires des Pays-Bas.

originaux et les lieux de déposition et les dimensions énormes de quelques blocs ne permettent pas l'hypothèse du transport par les rivières. De même, la distribution à travers les Pays-Bas dans la direction de l'Est à l'Ouest est trop vaste pour qu'elle puisse être due au dépôt au moyen de l'embouchure d'une rivière ou d'un delta caillouteux. L'observation que dans les Ardennes on ne trouve que des traces confuses et douteuses de glaciers s'explique par la supposition que ces glaciers ont été détruits par l'eau courante; les bancs à cailloux du plateau de la Meuse forment la preuve de cette hypothèse.

P.-H. SCROUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Distinction à un savant français. — M. Gustave Le Bon, le polygraphe bien connu, vient d'être élu Associé étranger de l'Académie Royale de Belgique. Cette distinction tardive ne surprend aucun de ceux qui ont suivi la carrière scientifique de l'habile psychologue. Resté, jusqu'en 1896, complètement étranger aux sciences exactes, il put en aborder l'étude avec un esprit non prévenu et sans être entravé par un savoir qui est souvent un bagage gênant. C'est grâce à cette fraîcheur d'impression, apportée à une étude nouvelle pour lui, qu'il put désigner sous le nom de *lumière noire* l'ensemble des radiations que les physiciens s'étaient bornés à qualifier jusque là d'*infra-rouges*. Puis, ayant constaté que le sulfate de quinine est phosphorescent par hydratation, il put, en s'appuyant sur les éclatantes découvertes de M. Becquerel et de M. et M^{me} Curie, déclarer que la radio-activité est un phénomène absolument général, ce qu'on n'avait pas su voir jusque-là, parce qu'on l'avait toujours cru distinct de la phosphorescence. M. Le Bon eut aussi le mérite de saisir, l'un des premiers, la grande importance de l'expérience par laquelle M. Curie montra la quantité de chaleur dégagée par la décomposition du radium ; il n'hésita pas, dès lors, à affirmer que ce corps est doué d'une grande énergie atomique.

Rapprochant, en 1900, la phosphorescence de certains diamants de la facile oxydabilité des amalgames d'aluminium ou de magnésium, il exposa sa théorie de la *variabilité des espèces chimiques*, fondée sur l'idée que les corps en dissolution n'ont pas les mêmes propriétés qu'à l'état isolé. Cette théorie lui valut cette appréciation flatteuse de M. Sageret, le charmant romancier, que M. Le Bon nous fait connaître dans son dernier ouvrage : « Si l'on est juste, on devra donner au Docteur Gustave Le Bon, dans les sciences physiques, la place que Darwin occupe en histoire naturelle. »

Malgré ses travaux, dont l'originalité est évidente, M. Le Bon aurait peut-être attendu encore la distinction que vient de lui décerner l'Académie de Bruxelles, s'il n'avait été l'un des premiers, et l'un des rares jusqu'ici, à comprendre la notion désignée sous le nom d'*infra-électricité* par M. P. de Heen, le distingué professeur de Liège. M. Le Bon se plaint, dans un récent ouvrage,

d'avoir été parfois malmené par les physiciens. L'hommage de l'Académie de Belgique vient à point pour l'en consoler.

§ 2. — Astronomie

Parallaxe annuelle de la Nova de Persée. — M. Osten Bergstrand a étudié avec soin la Nova de Persée, étoile curieuse dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs à différentes reprises. La position moyenne, pour 1901, 0, serait, avec une précision assez grande :

$$\alpha = 3^h 21^m 28^s.17 \\ \delta = + 43^{\circ} 33' 53'', 7.$$

A l'aide des clichés obtenus, en 1901 et 1902, avec la lunette photographique de l'Observatoire d'Uppsala, l'auteur a tenté de déterminer la parallaxe de cette étoile, et il a trouvé pour valeur de la parallaxe annuelle :

$$\pi = + 0''.03 \pm 0''.01.$$

Cette quantité, d'ailleurs fort petite, correspondrait à la distance moyenne des étoiles de la troisième à la quatrième grandeur, si l'on adopte les évaluations de Kapteyn.

§ 3. — Physique du Globe

Étude des phénomènes de marée dans la Mer du Nord. — La question de la précision avec laquelle les constantes des marées à petite amplitude peuvent être déterminées par une longue série d'observations est importante, aussi bien au point de vue de la Géophysique qu'à celui de l'Hydrodynamique ; l'on se trouve, en effet, dans une incertitude assez grande en ce qui concerne la façon dont se propagent, le long d'une côte inclinée, des ondes dont la longueur peut atteindre quelques centaines de kilomètres, la manière dont elles se réfléchissent au besoin et dont elles se meuvent autour des obstacles. Si le traitement mathématique de ces différents problèmes paraît, jusqu'à présent, trop complexe, on peut, du moins, en faire progresser l'étude en déterminant exactement les constantes des marées à petite amplitude.

Les constantes de la marée lunaire principale, dont

a détermination est, en général, assez facile, ne semblent guère propres à ce but, parce que, dans les mers peu profondes, comme la mer du Nord et la Zuiderzée, l'amplitude du mouvement vertical ne saurait être regardée comme négligeable par rapport à la profondeur, bien qu'elle soit relativement petite vis-à-vis du déplacement horizontal : alors se constituent des marées accessoiries et composées qui, sur les côtes de la Hollande, donnent lieu aux phénomènes connus sous le nom d'« Agger ». Dans ce cas, on ne peut négliger les secondes puissances ni les produits des déplacements ; le principe de la superposition cesse d'être admissible ; et le calcul théorique devient rapidement inextricable, sinon impossible.

Cependant, si l'on dresse une carte de lignes de même phase (homocumènes) pour les marées monodurées, extrêmement petites sur ces côtes, il est permis d'espérer que l'on parviendra ainsi à un meilleur entendement du mécanisme des marées dans la mer du Nord. Pour atteindre ce but, il faut, d'une part, que les constantes de ces marées partielles soient déterminées avec un assez haut degré d'exactitude et, d'autre part, qu'elles soient connues pour un grand nombre de stations : mais, ici, même si l'on fait usage de l'appareil de Darwin, le classement d'observations horaires d'après les périodes des différentes marées serait une œuvre très laborieuse, et le travail nécessaire pour réunir les données d'une telle carte serait trop pénible et trop coûteux. Il est donc indispensable de recourir à une méthode plus courte, et dont on puisse attendre sensiblement la même précision, précision qui ne dépend que de la longueur de la série d'observations et du rapport qui existe entre l'amplitude de la marée partielle et celle des oscillations irrégulières. Si la connaissance de ces constantes n'est pas d'une importance directe pour la pratique, elle doit cependant avoir un grand intérêt pour juger un problème actuellement encore très controversé : quelle serait l'influence d'une digue, barrant la Zuiderzée, sur les oscillations périodiques et apériodiques des côtes de la Frise ?

C'est pour être conduit à une prédiction de cette nature, à laquelle on puisse attacher quelque confiance, que M. J. P. van der Stok étudie depuis longtemps, avec le plus grand soin, les mouvements périodiques et apériodiques du niveau de la mer, et s'efforce d'obtenir la détermination quantitative des rapports qui existent entre les mouvements de la mer du Nord et l'agitation des eaux du Zuiderzée et des côtes de la Frise, en utilisant tous les renseignements des marégraphes, tels qu'ils peuvent être obtenus par les Services des Ponts et Chaussées.

Le maniement des nombres d'observations est assez malaisé : ils ne peuvent être réduits en simples moyennes, et il y a, dans leur réduction, dans les poids qu'il faut leur attacher, dans les corrections et perturbations locales, matière à une discussion délicate au point de vue de la statistique. Ici, déjà, il faut louer le soin qu'apporte l'auteur dans l'étude de dix-huit années d'observations précises, faites quatre fois par jour, et qui permet de déterminer le mouvement périodique annuel d'une façon assez rigoureuse ; puis apparaît nécessairement une importante conclusion : le mouvement périodique semestriel, le seul qui puisse être attribué à une origine astronomique, reste incertain, ou extrêmement faible, sur les côtes de la mer du Nord, tandis que, dans les différentes stations, on constate la présence d'un mouvement périodique de trois mois, dont, jusqu'alors, l'existence était entièrement inconnue.

Il y aurait donc lieu, à la suite de ces importantes déterminations, de faire une recherche fort détaillée, et de la variation annuelle du niveau de la mer, et des lois du mouvement de l'air, sur toute l'étendue de la mer du Nord, sans négliger l'étude du niveau des rivières du bassin correspondant, niveau qui paraît encore beaucoup plus directement soumis à l'influence

du vent. Car la variation annuelle qu'on peut observer dans les oscillations du niveau de la mer doit être regardée et traitée comme un phénomène météorologique assez variable, plutôt qu'astronomique et constant, puisqu'elle peut être attribuée principalement, sinon tout entière, à l'action contrefoulante du vent sur une surface très étendue de la mer. Dans la mer du Nord, au moins sur les côtes néerlandaises, elle peut être regardée comme une fonction compliquée de la quantité d'eau qui entre dans la Manche sous l'influence des vents d'ouest de l'océan Atlantique et des courants qui se courent avec le rétrécissement de la mer après avoir suivies côtes d'Ecosse et d'Angleterre.

Puis la variation du niveau dépendra des facilités d'écoulement de l'eau amenée près des côtes : un vent de sud-ouest, augmentant l'affluence d'eau par la Manche, n'élèvera peut-être le niveau que dans les parties méridionales de la mer du Nord, tandis qu'il peut abaisser, au contraire, les parties boréales en facilitant leur écoulement vers le Nord. D'autre part, un vent du Nord modéré, mais assez continu, sera capable d'engendrer une élévation considérable, et l'on conçoit de la sorte que le caractère du mouvement vertical sera assez compliqué, et véritablement de nature météorologique.

Mais M. van der Stok ne pouvait s'en tenir là dans ses importantes recherches et, dans un Mémoire plus récent, il étudie, non seulement le mouvement vertical, mais encore le mouvement périodique dans un plan horizontal et le mouvement progressif de l'eau de la mer, ce qui lui permet d'obtenir des graphiques définitifs et assez précis pour les trajectoires des particules. Cette description rationnelle et aussi exacte que possible des phénomènes de marée constitue une heureuse suite aux recherches antérieures de Pfaff ; mais l'exactitude obtenue est relative, bien entendu, et, si l'on peut déterminer des quantités assez petites par des méthodes grossières à l'aide d'une série d'observations faites à bord d'un navire, il faut bien se rendre compte, à chaque fois, de la nature de la précision. Ainsi, par exemple, la direction du grand axe de l'ellipse des vitesses de la marée principale lunaire semble déterminée avec une grande exactitude, tandis que la valeur absolue de cette direction dépend de la déviation magnétique et de la compensation plus ou moins bonne du compas du bord : ce sont ces éléments mêmes, servant de bases, qui peuvent être sujets à caution et nécessiter de multiples vérifications.

Enfin, suivant l'opinion très généralement admise, une onde de marée puiserait son origine dans la Manche pour se mouvoir le long des côtes néerlandaises : les faits plus complets et mieux interprétés paraissent rendre cette opinion invraisemblable, et il faudrait penser, comme le faisait lord Kelvin dès 1878, que les phénomènes de marée dans la mer du Nord ne subiraient pas de changement notables si le Pas-de-Calais était fermé par une barrière.

Enfin, l'auteur a définitivement couronné le cycle de ses travaux en donnant des tables de courants suivant les âges de la Lune.

Certainement, une solution satisfaisante du problème de la variation annuelle dans les vitesses et les directions des courants, la connaissance des éléments périodiques, dégagés des variations singulières, pour les mouvements de la mer, ne pourront être résolus que par une longue série d'observations utilisant les éléments d'autres navires et des bateaux-phares. M. van der Stok, lui-même, reconnaît que certains points ne pourront être élucidés que le jour où l'on possèdera une série double au moins de la sienne ; mais la continuité dans les travaux de cet auteur, la logique et l'enchaînement précis de ses déterminations sont dignes de remarque à tous points de vue et, si ses résultats ne sont encore qu'une première approximation, leur intérêt et leur utilité incontestable légitiment grandement les efforts persévérants qu'ils ont nécessité.

§ 4. — Physique

Dilatation et température de fusion. — Un Mémoire récent de M. de Panayef m'avait engagé à rappeler la Note dans laquelle M. Raoul Pictet indiquait, en 1879, la constance du produit de la dilatation et de la température absolue de fusion pour les métaux, et j'avais cru pouvoir attribuer au très distingué physicien, alors à Genève, la découverte de cette loi. Je n'étais point alors remonté assez haut dans la recherche des antériorités; M. P. de Heen, professeur à l'Université de Liège, vient, en effet, de me signaler une Note sur la même question, qu'il a présentée dès l'année 1875 à l'Académie des Sciences de Belgique, et qui a paru au *Bulletin* de cette Académie, publié en 1876.

Dans ce court Mémoire de M. de Heen, la loi est nettement exprimée, de même que dans les publications de M. Léméray et de M. de Panayef, comme une loi statistique, alors que M. Pictet semble, on s'en souvient, l'avoir conclue *a priori* de ses idées sur la constitution de la matière. Mais pourquoi la publication de M. de Heen a-t-elle été totalement ignorée jusqu'ici? Les causes en sont multiples. D'abord, M. de Heen a partagé un peu le sort des précurseurs; il est venu trop tôt, soit parce que les questions dont il s'occupait alors n'étaient pas à l'ordre du jour, soit parce que l'incertitude encore considérable des données expérimentales ne laissait pas voir bien nettement si la loi qu'il indiquait avait quelques chances de survie, ou bien si l'égalité approximative des produits ne pouvait pas être plutôt attribuée au petit nombre des données utilisées et à la marge assez large dans laquelle pouvait se mouvoir la vérification. En fait, le rapporteur, M. Montigny, insiste plutôt sur l'incertitude des relations indiquées par M. de Heen que sur leur validité; et les *Fortschritte der Physik*, suréchantillant encore, affirment que cette Note n'a qu'un intérêt spéculatif. Ces réserves étaient peut-être prudentes, mais elles étaient sûrement exagérées. La loi a survécu; elle s'est étendue et a pris une forme précise, même comme loi statistique. Il n'est donc que juste d'en faire hommage à M. de Heen, dont les ingénieuses hypothèses sur la constitution de la matière sont connues de tous.

Un fait ressort encore de l'étude du travail de M. de Heen; c'est le gain énorme de précision réalisé dans les trente années écoulées. Ses données étaient puisées sans doute aux sources les plus autorisées; or, les températures de fusion qu'il admet sont fausses de 400 degrés pour le platine, de 200 degrés pour l'or, de 50 degrés pour l'argent. Aussi l'extrapolation le conduit-elle à des résultats fort éloignés de la vérité; ainsi, il indique 3.276° comme température de fusion de l'osmium et 41.000° pour la fusion du carbone. Cette dernière température est calculée en prenant la dilatation du diamant, alors qu'il eût fallu partir de celle du graphite, qui est la forme stable aux températures élevées. Mais, comme on ne le savait pas il y a trente ans, on serait mal venu à reprocher à M. de Heen de ne l'avoir pas deviné.

D'ailleurs, on n'en était point, dans le calcul des températures, à une petite erreur près. Car, à cette époque, on hésitait, pour la température du Soleil, entre 1.500° et 5.000.000°. Les limites se sont singulièrement resserrées depuis lors, et les résultats de M. de Heen sont loin d'admettre une semblable correction relative.

Maintenant que cette antériorité de M. de Heen a été établie, peut-on s'attarder à en retrouver de plus anciennes? Peut-être, mais pas de beaucoup; car la raison du peu d'enthousiasme qui accueillit la première indication de cette loi tient précisément à ce que l'auteur de sa découverte, tout empirique, ne pouvait l'appuyer que sur des données incertaines. Or, plus on remontera, plus les chiffres deviendront sujets à caution, de façon à ne plus permettre même une esquisse grossière de la relation qui nous occupe.

En somme, si M. Léméray et M. de Panayef ont pu tracer récemment des courbes plus étendues et plus nettes que leurs devanciers, c'est surtout à la Métrologie qu'ils le doivent, car c'est elle seule qui, dans ce cas comme dans beaucoup d'autres, a fourni les données précises sans lesquelles aucune relation ne pouvait apparaître.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur adjoint au Bureau international
des Poids et Mesures.

La photographie à grande distance. — On est souvent dans la nécessité de prendre des vues photographiques à des distances où les objectifs ordinaires cessent d'être d'aucune utilité. Aussi s'est-on occupé depuis longtemps de trouver des combinaisons optiques utilisables dans des cas pareils. On se rappellera à ce propos l'ingénieux appareil de M. Dufour¹, tournant la difficulté par l'emploi d'un objectif ordinaire à long foyer et d'un système de deux miroirs placés en regard l'un de l'autre et permettant de réduire la longueur de l'appareil au tiers de la distance focale de l'objectif.

Or, la construction des télé-objectifs proprement dits, c'est-à-dire des combinaisons optiques calculées tout spécialement pour permettre la prise des vues à longue distance, a été grandement perfectionnée dans ces dernières années. Les usines Goerz, à Friedenau, ont créé, en particulier, des télé-systèmes qu'on peut adapter facilement à tout objectif ordinaire. La lentille grossissante attachée à l'objectif, et qu'on appelle « télé-négatif », n'a point besoin d'être reliée en permanence à l'objectif ordinaire, appelé « télé-positif », une réunion temporaire au moyen d'un tube court et amovible étant suffisante; l'objectif pourra alors être employé à volonté tant pour les photographies ordinaires que pour celles à grande distance. Dans bien des cas où les objectifs à long foyer pourraient servir également, on emploiera les télé-objectifs de préférence à ces derniers, en raison de leur faible poids, du prix peu élevé et de leur facile maniement; la netteté et la bonne définition des images sont à peu près équivalentes dans les deux cas. Comme, cependant, l'angle de vision est plus petit et l'intensité lumineuse le plus souvent moindre, les instantanés ne pourront se prendre qu'avec un grossissement moyen.

Ce n'est que la partie centrale de l'image produite par l'objectif qui est agrandie en une image télé-photographique; aussi la définition centrale du télé-positif a seule besoin d'être satisfaisante. La distance focale et l'intensité lumineuse de l'objectif photographique ordinaire influent en tout premier lieu sur l'efficacité du dispositif. La distance focale du télé-négatif (lentille additionnelle) est, en général, deux à trois fois plus courte que celle du télé-positif correspondant. Lorsqu'il s'agit de réaliser un grossissement spécialement considérable, il faudra accroître cette différence. Le rapport d'ouverture du télé-négatif n'exerce aucune influence sur la puissance lumineuse du système télé-photographique.

Le grossissement dépend de la distance qui sépare les deux parties du système optique; si cette distance équivaut à la distance focale du télé-positif, l'appareil produira des images de dimensions identiques à celles que donnerait le télé-positif seul. A mesure que les deux parties de l'objectif se rapprochent, le grossissement augmente pour devenir infini lorsque la distance des deux devient équivalente à la différence des deux distances focales.

La distance focale « équivalente » du système télé-objectif dépend du grossissement et de la distance focale du positif. Si, par exemple, cette dernière est de 20 centimètres et que le télé-objectif possède un grossissement quintuple, la distance focale équivalente sera de $20 \times 5 = 100$ centimètres. L'ouverture relative de l'objectif décroît dans la même mesure que la distance focale s'accroît avec le grossissement. Dans l'exemple

¹ Voir la Revue du 15 mai 1903, p. 576.

que nous venons de citer, un télé-objectif dont le positif aurait une ouverture de $F:4$ n'aurait qu'une ouverture de $F:4 \times 5 = F:20$. Le temps de pose devra évidemment être proportionnellement plus long que dans le cas où l'on se servirait d'un objectif ordinaire.

Les dispositifs télé-photographiques seront utiles, par exemple, pour prendre des vues d'objets éloignés dont on ne peut s'approcher pour une raison quelconque; aussi dans la photographie des paysages qu'ils seront employés avec un avantage tout spécial. On peut en dire autant des vues prises sur mer, où la grande luminosité facilite grandement le travail du photographe.

Une des tâches les plus faciles et les plus avantageuses de la télé-photographie est la prise des vues architecturales, où il s'agit le plus souvent d'objets immobiles et à contours nettement définis, pour lesquels on pourra se servir des grossissements les plus grands.

Les portraitistes emploieront encore les télé-objectifs en travaillant en plein air aussi bien qu'à l'atelier. Lorsqu'il s'agit de reproduire des têtes en grandes dimensions, il faut se servir d'un objectif à distance focale très longue et d'un appareil à extension proportionnelle, à moins qu'on n'approche de trop près de la personne à photographier avec un objectif à courte distance focale. Dans ce dernier cas, il se produit des déformations bien connues de l'objet. Les objectifs à long foyer, d'autre part, ne sont en général qu'à la disposition des photographes professionnels. Or, l'on n'aura qu'à compléter un objectif ordinaire par l'addition d'une lentille grossissante pour former un télé-objectif qui se prête parfaitement aux reproductions des têtes en grandes dimensions avec une extension relativement petite de l'appareil photographique.

Les expéditions scientifiques profiteront évidemment beaucoup de ces dispositifs de télé-photographie; cela résulte de ce que nous venons de dire au sujet des différentes branches de la photographie. Les photographies animales, par exemple, ne seront possibles que grâce à des dispositifs pareils, en raison de l'impossibilité d'approcher de près la plupart des animaux. Quant à la photographie militaire, nous renvoyons à l'article du Commandant Voyer, récemment paru ici même¹.

Alfred Gradenwitz.

§ 5. — Électricité industrielle

Les emplois domestiques de l'électricité.

— Les emplois variés de l'électricité dans la maison ont trouvé en M. James Swinburne, éminent électricien anglais et ancien président de l'*Institution of Electrical Engineers*, un juge sagace et un vulgarisateur très habile, ainsi que le prouve une conférence qu'il vient de donner à Londres, et dont nous reproduisons ci-dessous les données principales, d'après le journal technique anglais *Electrician*.

M. James Swinburne a d'abord parfaitement exposé l'histoire de la lampe à incandescence, dont l'emploi a été suggéré en 1836 pour résoudre les difficultés éprouvées dans l'exploitation des mines de Belgique. Il n'est rien résulté de cette proposition à l'époque même où elle se fit jour, et ce n'est que beaucoup plus tard, en 1880, que l'idée fut reprise en Amérique par Edison, Sawyer Man et Maxim, et en Angleterre par Swan et Lane Fox. Tandis qu'Edison essayait le platine, tous les autres inventeurs employaient le charbon, ce qui permit à Swan de faire de la lampe à incandescence un article de commerce. Après une comparaison rapide entre la lampe à incandescence actuelle et la lampe primitive, M. Swinburne passe rapidement à l'examen du mode de fabrication le plus communément employé: celui-ci consiste à traiter les filaments de coton par le chlorure de zinc, à laver, sécher, et, après avoir donné au filament sa forme, à en faire la carbonisation.

Il examine ensuite les progrès apportés à la production des ampoules, et surtout à l'exécution du vide, qui constitue la partie la plus secrète de l'industrie des lampes.

Pour montrer, sans le secours de formules physiques, l'augmentation considérable d'émission lumineuse qui résulte du fait de « pousser la lampe », c'est-à-dire d'y augmenter l'intensité de courant, l'auteur fait croître progressivement le courant dans des lampes en expérience jusqu'à les faire éclater; puis il aborde la partie de sa conférence qui constitue l'actualité la plus vivante, c'est-à-dire la comparaison entre l'électricité et le gaz au point de vue de l'éclairage domestique: il montre que l'électricité devient l'égale du gaz au point de vue économique, dès que celui-ci coûte 2 fr. 50 par 1.000 pieds cubes et l'électricité 0 fr. 30 par Kw. heure.

Il critique les comparaisons basées sur les avantages initiaux des manchons incandescents employés pour le gaz, avantages que ces manchons ne conservent pas dans la suite, et il fait ressortir les éléments de comparaison qu'on perd trop souvent de vue dans le parallèle entre l'électricité et le gaz: la détérioration par ce dernier du matériel domestique, des peintures, tentures, etc.

D'après l'auteur, l'éclairage au gaz d'une maison de Londres nécessiterait en moyenne la réfection des peintures tous les quatre ans, tandis que l'électricité ne nécessiterait que tous les cinq ou six ans très peu de retouches, et réaliserait une économie susceptible de payer la réfection complète au bout de vingt ans. Cette seule considération présente tant d'intérêt que, d'après l'expérience et les calculs de l'auteur, l'emploi de l'électricité aurait encore, sur celui du gaz gratuit, un avantage appréciable.

L'auteur termine sa conférence par des considérations sur les lampes au tantale, à l'osmium et à la vapeur de mercure, que nous dispensent de reproduire les données que nous avons récemment communiquées sur ce nouveau mode d'éclairage.

§ 6. — Chimie

Un nouveau procédé de fixation de l'azote atmosphérique.

— Dans la *Revue* du 15 janvier, M. Ph. A. Guye a exposé en ses grands traits l'état actuel de la question de la fixation de l'azote atmosphérique. Voici, sur un des plus récents procédés de ce genre, inventé par M. Birkeland, professeur à l'Université de Christiania, et M. Eyde, ingénieur, quelques renseignements plus détaillés. La difficulté qu'on éprouve à lancer un courant d'air à travers un arc électrique intense y est éliminée en intervenant ce procédé, l'arc voltaïque traversant lui-même l'air atmosphérique avec une vitesse considérable et susceptible de réglage.

La production du nitre, — les inventeurs viennent de l'exposer dans une conférence récemment faite à Christiania¹, — est basée sur l'emploi d'un four électrique spécial, où l'on produit un arc voltaïque de forme nouvelle. Cet arc, M. Birkeland l'a observé pour la première fois, tout accidentellement, au cours de certaines recherches physiques; ce n'est que plus tard que, de concert avec M. Eyde, il l'a utilisé pour la fixation de l'azote atmosphérique.

Les électrodes étant disposées équatorialement entre les pôles d'un fort électro-aimant, à la distance constante de 1-2 millimètres, M. Birkeland a observé un bel arc voltaïque en forme de disque, d'une grande stabilité et qui rend un son intense, dont la hauteur dépend du reste de l'intensité du champ magnétique; en accroissant cette dernière, on constate que le son s'élève.

Or, cet arc voltaïque constitue un moyen efficace pour produire les réactions industrielles les plus variées,

¹ Voir la *Revue* du 15 octobre 1905.

¹ Voir « *Elekroteknisk Tidsskrift* », Christiania, n° 34, 1905.

notamment l'oxydation de l'azote atmosphérique. Dans les fours récemment construits, l'arc présente une stabilité remarquable; des quantités d'énergie allant jusqu'à 1.000 chevaux y sont absorbées par une paire d'électrodes minces, consistant en des tubes de cuivre de 1,5 centimètres de diamètre, à refroidissement par l'eau. Les arcs de 1,8 millimètres de diamètre qu'on réalise ainsi brûlent avec une parfaite tranquillité dans des chambres en forme de disque de 2 millimètres de diamètre sur 1 centimètre seulement de largeur. En raison de ces dimensions réduites du four, son coût de premier établissement est extrêmement bas.

Après avoir commencé leurs essais avec des fours assez petits pour être tenus à la main et dont l'absorption d'énergie n'était que de quelques chevaux, les inventeurs en sont venus graduellement jusqu'aux dimensions et capacités précitées. Tandis que de petites bouteilles de quelques litres de capacité servaient au commencement à l'absorption des produits azotés, il faut recourir maintenant, pour leur réception, à des séries de tours d'absorption en granite, d'une capacité de 40 mètres cubes chacune.

La première station d'essai fut installée dans une salle des usines de Frognerkilen, où l'on disposait d'environ 20 chevaux; ce fut en juin 1903. En raison de la nécessité d'employer des quantités plus grandes d'énergie, les inventeurs durent cependant, dès le mois d'octobre de cette même année, transférer leur laboratoire dans un bâtiment spécial, situé à proximité de la sous-station des usines d'électricité de Christiania, où l'on disposait d'une force motrice de 1.000 chevaux au maximum. En vue de mettre à l'essai des fours encore plus importants, on dut enfin aller s'installer à Vasmoen, près d'Arendal, où 500 chevaux étaient disponibles pour un service continu et 1.000 chevaux pour de brefs intervalles, le dimanche par exemple.

Après que le four eut traversé ces différentes étapes d'essais, on construisit la première usine à nitre, qui fut ouverte en mai 1905.

L'équipement électrique de cette usine comprend essentiellement trois fours de 700 chevaux chacun, d'une grande stabilité et d'une sécurité remarquable, pouvant traiter un total de 75.000 litres d'air par minute. Ces énormes masses d'air prenant une teinte d'un brun intense, due à la présence du peroxyde d'azote, offrent un aspect imposant, en s'échappant des fours. Les gaz sont absorbés par deux groupes de tours en pierre (1 par groupe), d'une capacité de 40 mètres cubes chacune, où ils sont convertis en acide nitrique. Au bout de chaque groupe se trouve disposée une cinquième tour, absorbant les gaz résiduels au moyen de lait de chaux; c'est ainsi que les 95 % des gaz nitreux sont absorbés.

Dans le courant de l'été passé, cette usine a été visitée par nombre d'ingénieurs et de savants français, anglais, allemands et suisses, après quoi l'on procéda à la fondation d'une société par actions, en vue de construire une usine plus importante. Cette dernière emploierait une force motrice de 30.000 chevaux, empruntée aux chutes du Svalgfors près de Notodden.

Quant aux produits fabriqués à Notodden, mentionnons surtout l'acide nitrique et le nitrate et le nitrite de calcium. Le nitrate de calcium, qu'on ne trouvait pas autrefois dans le commerce, peut être employé désormais comme engrais ou pour d'autres usages industriels, de la même façon que le nitre du Chili. Les expériences faites par plusieurs Académies d'agriculture de Norvège ont fait voir que le nitrate de calcium est un succédané parfait du nitre naturel, auquel il serait même préférable en terrain sablonneux.

Les nitrites, notamment celui de sodium, sont des produits précieux, employés en grandes quantités pour la préparation d'un groupe intéressant de matières colorantes. Quant à la consommation de nitre, on a calculé que l'exportation de cette substance du Chili va en augmentant sans cesse, en même temps, évidemment, qu'en monte le prix. L'exportation annuelle de ce

pays est actuellement de 1,5 millions de tonnes de nitre, représentant une valeur de 450.000.000 de francs.

Cette nouvelle industrie prendra sans doute une importance capitale pour la Norvège, où l'on dispose d'une force hydraulique si abondante, en même temps que l'agriculture norvégienne profitera du nouvel engrais.

§ 7. — Biologie

Effets du radium sur l'organisme. — L'action du radium sur l'organisme est puissante et inconnue. M. E. S. London, chef de section à l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Petersbourg, vient d'étudier ces effets sur les lapins. Il a enfermé deux mâles et une femelle dans une petite cage, au milieu du toit de laquelle il avait placé une boîte contenant 25 centigrammes de bromure de radium pur. Ces animaux ont vécu quinze jours dans des conditions à peu près normales, et ils sont morts, au bout de deux mois environ, après avoir présenté toutes sortes de lésions, des brûlures, des plaies, des œdèmes, de la nécrose des divers tissus et des troubles nerveux divers : réinite, agénésie, etc.

L'autopsie et l'examen histologique montrèrent que le tissu sous-cutané était entièrement atrophie; dans la région de la colonne vertébrale, la peau adhérait fortement au tissu adjacent par des tractus fibreux; le muscle cardiaque était ramolli; le foie et la rate étaient diminués, les reins pâles et mous, les capsules surrénales hypertrophiées; l'ovaire de la femelle, le testicule et l'épididyme chez les mâles étaient atrophies d'une façon très remarquable; la couche corticale de l'ovaire avait dégénéré en tissu conjonctif; on ne voyait plus que quelques follicules et vésicules de Graaf en pleine dégénérescence; pour le testicule et l'épididyme, les altérations consistaient en la disparition absolue des éléments épithéliaux et de tous les canalicules et en la néoformation de tissu conjonctif; enfin, la moelle épinière présentait des altérations atrophiques dans les cellules nerveuses. En somme, toutes ces altérations profondes portaient, d'une façon en quelque sorte électorale, sur les éléments nobles de l'organisme. En quoi consiste exactement cette action physiologique du radium, il est bien difficile de le dire à l'heure actuelle: il n'en est pas moins vrai qu'il est particulièrement troublant de voir quelques grammes d'une poudre vraiment magique au sens ancien) amener des modifications si définitives dans un organisme vivant.

§ 8. — Sciences médicales

L'émigration des campagnes vers les villes et la tuberculose. — Parmi les causes qui ont amené l'extension rapide et considérable de la tuberculose, une des plus efficaces semble être l'émigration des campagnes vers les villes. Ce fait, bien des fois constaté déjà, vient d'être encore confirmé par un travail récent du Dr Garnier (de Saint-Simon). Depuis cinq ans qu'il est en retraite, l'auteur habite la commune de Saint-Simon, dans le Cantal. C'est une région relativement riche; les légumes, les fruits, les céréales sont largement suffisants pour les besoins des habitants, et le laitage y abonde. Cette partie du département est très saine, puisque, parmi les 1.400 habitants qui n'ont pas quitté le pays, six atteignent quatre-vingt-dix ans ou en approchent et une soixantaine sont compris entre soixante-huit et quatre-vingts ans, et presque tous se livrent à divers travaux agricoles. Malgré ces excellentes conditions, l'attrait des villes est encore plus puissant, et, depuis que les trains directs facilitent les voyages, l'émigration vers les villes s'est accentuée dans des proportions considérables, à tel point que, si des travailleurs venus des départements voisins,

¹ La Presse Médicale, 1906, n° 4, 13 janvier.

² Journ. de Med. et de Ther. pratique, 1905, p. 787.

comme la Corréze, n'avaient rempli les vides, les travaux agricoles auraient été compromis. Or c'est parmi ces émigrés, ces transplantés dans les villes, ces « déracinés » que l'auteur vient de constater quinze malades atteints de tuberculose, venant mourir dans le pays, après l'avoir quitté quelques années auparavant en parfaite santé. Cette proportion est considérable, mais ne saurait surprendre, car on sait bien et depuis longtemps que l'homme, né dans la montagne, habitué à vivre en plein air et au soleil, qui va s'enfermer dans l'atmosphère viciée des villes, doit avoir le même sort que ces arbuscules qui, transplantés dans un sol et dans un milieu autres que ceux où ils ont germé, s'étiolent et périssent rapidement.

§ 9. — Géographie et Colonisation

Le canal de Panama. — La Commission technique, nommée par le Gouvernement des Etats-Unis pour étudier la question de l'achèvement du canal, vient de se prononcer pour un canal à écluses, dont le fond du bief supérieur se trouvera à 26 mètres au-dessus du niveau de la mer. La dépense est évaluée à 1.175 millions de francs, et la durée des travaux, à dix ou douze ans. Le canal sera adapté aux améliorations prévues dans la construction des navires.

Comme l'isthme de Suez, celui de Panama nous offre un exemple de la permanence de la géographie des communications, c'est-à-dire de l'influence du milieu sur la route suivie, quel que soit le mode de locomotion. Sentier de forêt, route, chemin de fer, la voie de Panama a toujours été très fréquentée. En dépit de l'ardente campagne qui fut menée aux Etats-Unis en faveur du projet de Nicaragua, ce n'était point là qu'il fallait tracer le canal. Soit au point de vue climatique, soit au point de vue de la stabilité du terrain, soit, enfin, au point de vue technique : longueur canalisée, courbure, nombre des écluses, aménagement des eaux fluviales, etc., la route de Panama est la vraie route géographique. Comme Suez encore, avant l'ouverture du canal, cette région ferme une de ces trois mers que Suess appelle des Méditerranées, à cause de leurs nombreuses analogies physiques, et c'est encore un des points faibles de l'écroce que l'homme va bientôt faire sauter, rétablissant une communication qui dut exister dans les époques géologiques antérieures, si l'on en juge par la similitude des faunes abyssales du Pacifique et de la mer des Antilles.

Mais, pour se rendre d'Europe en Extrême-Orient, quelle différence entre la route de Panama et la route de Suez ! Tandis que celle-ci passe entre une bordure quasi ininterrompue de terres importantes, celle-là est à peu près déserte et ne traverse guère que des groupes d'îles dont un petit nombre comptent au point de vue économique. Cependant, la route de Panama permet en grande partie l'utilisation des vents alizés, des *trade-winds*, avantage sérieux pour les vapeurs-voiliers qui franchiront le canal.

Le percement ne saurait donc tarder à être repris, et l'on peut déjà se demander quelles conséquences il en résultera au point de vue européen. Tout d'abord, il est bien certain que, pour les Etats-Unis, les effets en seront incalculables, non seulement en ce qui concerne les relations des grands ports de l'est avec la côte occidentale de l'Amérique entière, mais encore dans cette lutte mondiale d'influence en Extrême-Orient,

que l'on a appelée la lutte pour le Pacifique. C'est ainsi que, de New-York à Yokohama, le canal de Panama raccourcit la distance de près de 7.000 kilomètres, par rapport à la route de Suez, et New-York se trouve ainsi plus rapproché du Japon que Liverpool. Le point équidistant entre les deux grands ports américains et anglais paraît être Shang-Hai. Le canal ouvert, l'Est et l'Ouest des Etats-Unis communiquent plus librement entre eux, et à ce précieux avantage national, vient s'ajouter encore l'extension vers le Sud de l'influence anglo-saxonne américaine. Ce grand travail, à la naissance duquel nous aurons présidé, finira comme un des plus beaux succès qu'ait remportés la doctrine de Monroe.

Pour l'Europe, et surtout si l'on se place au point de vue comparé, le gain nous paraît devoir être compensé défavorablement par les conditions exceptionnelles dans lesquelles se trouveront placés les Etats-Unis. Si nous nous reportons encore aux distances, en prenant, par exemple, Liverpool comme point de départ, nous voyons que la route de Suez reste la plus courte jusqu'à un méridien passant à égale distance de Sydney et de Auckland. La voie de Panama ne reste avantageuse que pour la Nouvelle-Zélande et les archipels polynésiens, sans oublier aussi les côtes Ouest d'Amérique, au Nord de Valparaiso.

En définitive, par l'abréviation des distances, par la réduction de durée des voyages, par la sécurité d'une route infiniment supérieure aux passages dangereux du cap Horn ou du détroit de Magellan, et, enfin, par l'essor donné aux pays des côtes américaines du Pacifique, le canal de Panama rendra de précieux services au commerce international ; mais on ne saurait oublier qu'il sera en même temps un merveilleux instrument au service de l'impérialisme américain.

P. Clerget.

Professeur à l'Institut commercial de jeunes filles à Fribourg (Suisse).

L'Exposition internationale de la Nouvelle-Zélande. — Le Gouvernement de la Nouvelle-Zélande a décidé d'organiser une exposition internationale qui se tiendra à Christchurch de novembre 1906 à avril 1907 et à laquelle toutes les nations du monde sont conviées à participer.

Le but de cette exposition est surtout éducatif : elle cherchera à mettre en lumière les ressources du pays, l'un des principaux producteurs de matières alimentaires du monde en même temps que l'un des plus riches en minerais, et en même temps elle montrera, aux nations les plus industrielles, le vaste débouché qu'offre la Nouvelle-Zélande aux produits manufacturés de toute sorte. Les importations s'y sont, en effet, élevées, en 1904, à 330 millions de francs ; parmi les pays importateurs, la France n'arrive qu'au onzième rang, avec 1.375.000 francs, loin en arrière de la Belgique (3.000.000 de francs) et de l'Allemagne (7.700.000 francs), sans parler de l'Angleterre, principal fournisseur du pays.

Malgré la distance, la France aurait grand intérêt à être représentée d'une façon honorable à cette exposition, où plusieurs de ses industries ne manqueraient pas d'être remarquées. Cette participation pourrait être le point de départ de relations commerciales plus étendues.

Pour les renseignements, on peut s'adresser au Haut commissaire de la Nouvelle-Zélande, à Londres.

LES PEPTIDES

INTRODUCTION A LA SYNTHÈSE DES MATIÈRES PROTÉIQUES

I. — RELATION DES PEPTIDES AVEC LES MATIÈRES ALBUMINOÏDES.

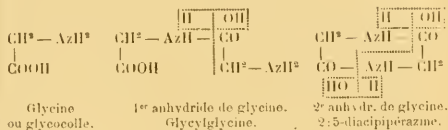
La synthèse des substances désignées par Emil Fischer sous le nom de *polypeptides*, ou simplement *peptides*, se rattache étroitement à l'étude de la constitution des matières albuminoïdes. Notre intention n'est pas de dire ici les recherches longues et nombreuses auxquelles ont donné lieu ces matières, non plus que l'ensemble des résultats auxquels les chimistes ont pu déjà parvenir, ou de signaler les points les plus importants sur lesquels devra s'exercer la sagacité des recherches futures.

Nous nous bornerons à rappeler qu'on a reconnu depuis longtemps, notamment depuis les travaux de Hlasiwetz et Habermann¹, la présence, parmi les produits de décomposition des matières albuminoïdes, de plusieurs acides aminés, tels que la *leucine*, la *tyrosine*, l'*acide aspartique* et l'*acide glutamique*, et que la destruction de la gélatine sous l'influence des acides forts a fourni depuis très longtemps d'abondantes quantités de glycocolle, le « sucre de gélatine » de Braconnot² (1820).

C'est précisément de ce glycocolle que nous parlerons de préférence ici, non pas qu'il soit le plus répandu des acides aminés dans les substances protéiques naturelles, mais parce qu'il est le premier terme de la série des aminoacides, le type dont l'étude chimique permet de schématiser celle de tous les homologues supérieurs. Le glycocolle a reçu aussi le nom de *glycine*, dénomination peu utilisée jusqu'à présent, en France du moins, mais qu'il devient nécessaire d'adopter maintenant, on s'en convaincra tout à l'heure, pour le parallélisme de nomenclature des dérivés du glycocolle avec ceux des homologues supérieurs (alanine, leucine, tyrosine, proline, etc.), et pour la simplicité du langage.

Chacun sait que le glycocolle ou acide aminoéthanoïque (aminoacétique) jouit de la double propriété de former des combinaisons, soit par son groupement carboxylé acide, soit par son groupement aminé basique : sels, éthers, etc. On conçoit même très bien que le groupement acide d'une molécule de glycine puisse réagir sur le groupement basique d'une molécule voisine, et vice-versa,

pour souder ces deux molécules avec élimination d'une ou deux molécules d'eau :

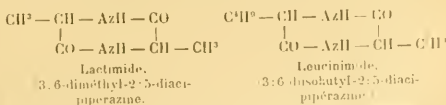


Le premier de ces anhydrides n'est autre chose qu'une molécule de glycine dans laquelle un hydrogène du groupe AzH^2 a été substitué par le radical $\text{AzH}^2.\text{CH}^2.\text{CO}-$ de l'acide, par le radical *glycyle* : c'est la *glycylglycine*. Disons tout de suite que voilà précisément le premier terme de la famille des *peptides*, c'est-à-dire des corps résultant de l'enchaînement des aminoacides par déshydratation. La glycylglycine étant encore, en effet, pourvue elle-même des deux fonctions aminée et carboxylée, on conçoit que la fixation de nouvelles molécules de glycine puisse se réaliser par le même processus et allonger ainsi indéfiniment la chaîne.

Quant au deuxième corps dont la formule est écrite plus haut, celui dans lequel l'union double des deux molécules de glycine a fermé la chaîne, on peut le considérer comme dérivant du noyau pyrazique, de la pipérazine ou hexahydroparadiazine :



C'est alors³ la 2:5-diacipépérazine. Les substances de ce genre sont connues depuis longtemps, car c'est à elles qu'il faut rapporter la *leucinimide*, découverte par Bopp⁴ en 1849 dans les produits de décomposition des albuminoïdes, et la *lactimide*, obtenue par Preu⁵ en chauffant l'alanine dans un courant d'acide chlorhydrique. Il est parfaitement établi aujourd'hui que ce sont des anhydrides d'aminoacides, à structure pipérazique :



¹ HLASIWETZ et HABERMANN : *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. CLIX, p. 304, 1871. t. CLXIX, p. 150, 1873.

² H. BRACONNOT : *Ann. de Chim. et Phys.*, t. XIII, p. 113, 1820.

³ BOPP : *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. LXIX, p. 28, 1849.

⁵ PREU : *Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. CXXXIV, p. 372, 1865.

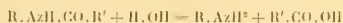
Les acides aminés que l'on peut retirer des matériaux de l'organisme, et qui portent tous, comme on le sait, leur fonction aminée en position α par rapport au carboxyle, peuvent donc, soit s'unir doublement deux à deux pour former des 2:3-diacypipérazines, soit se greffer indéfiniment en longues chaînes ouvertes.

On considère aujourd'hui les matières albuminoïdes comme formées essentiellement, pour la majeure partie de leur molécule tout au moins, d'un semblable entassement d'acides aminés, enchaînés les uns aux autres par déshydratation entre les groupes —COOH et —AzH^2 , c'est-à-dire par le chaînon —CO.AzH— répété un très grand nombre de fois dans l'intérieur de la molécule. C'est la rupture successive de ces chaînons —CO.AzH— par l'hydratation qui produirait la dégradation progressive de la matière albuminoïde, en l'amenant, à travers les stades variés d'albumoses et de peptones, jusqu'à l'état définitif de simples aminoacides. Les peptones elles-mêmes devraient donc être considérées encore comme des chaînes complexes d'acides aminés, et c'est ce qui a suggéré à E. Fischer le nom de *peptides* ou *polypeptides* pour les chaînes d'acides aminés que Th. Curtius ou E. Fischer lui-même ont réussi à créer par les procédés synthétiques que nous décrirons plus loin.

Avant d'étudier le rôle prépondérant que les recherches modernes ont attribué, dans la structure des molécules protéiques, à l'enchaînement réciproque des groupes aminés et carboxylés R.AzH.CO.H' , il nous semblerait injuste de ne pas rappeler ici en quels termes précis P. Schützenberger insistait déjà sur cette notion, à la suite de ses travaux sur la décomposition de l'albumine par la baryte à 100° et à 200°.

« Remarquons, disait-il¹, que le nombre des molécules d'eau fixées pendant la réaction (51 molécules, est très rapproché du nombre des atomes d'azote contenus dans l'albumine (56 atomes). La différence s'explique naturellement par la production d'anhydrides. Ainsi le groupe urée $\text{CO (AzH}^2\text{)}^2$ ne fixe, pour se dédoubler en $\text{CO}^2 + 2\text{AzH}^3$, qu'une seule molécule d'eau.

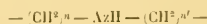
« On peut donc considérer comme prouvé que la rupture de la molécule complexe de l'albumine en divers termes se fait par hydratation entre des groupes élémentaires azotés et des groupes élémentaires carboxylés. Le dédoublement est de la forme :



R et H' représentant des résidus quelconques plus ou moins complexes.

« Ce fait capital est un résultat direct de l'expérience, il domine l'histoire du dédoublement de l'albumine par la baryte et ne doit jamais être perdu de vue. »

Laissons de côté la naissance de l'urée par hydratation secondaire, sous l'action de la baryte, de l'arginine, dont on ne connaissait pas le rôle au temps de Schützenberger, et occupons-nous de la partie principale de la molécule. Si, dans ses recherches, Schützenberger était parvenu à transformer la presque totalité de l'albumine en acides aminés, nul doute qu'il eût reconnu la grande généralité du mode de liaison (—CO.AzH—) entre carboxyle et aminogène, liaison sur laquelle il venait lui-même d'attirer l'attention. Mais, si l'hydrolyse du blanc d'œuf par la baryte à 200° lui avait effectivement fourni de la tyrosine et des *leucines* (alanine, acides aminobutyrique et aminovalérique, leucine²), il restait néanmoins une forte proportion (plus de la moitié) de l'albumine sous forme de substances variées, auxquelles Schützenberger donnait les noms d'*acides hydroprotéiques*, *leucines*, *acides protéiques*, et *glucoprotéines* β , et dans lesquelles il supposait que l'azote, engagé dans des liaisons de la forme :



n'était pas en relation avec le carboxyle.

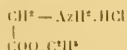
Depuis lors, l'attaque des albuminoïdes, non plus par la baryte, mais au contraire par les acides, tels que l'acide chlorhydrique concentré bouillant (Cohn³), s'est révélée comme un moyen plus fructueux pour l'étude, et a notablement élargi le domaine des acides aminés. L'étude de ceux-ci est devenue beaucoup plus précise grâce à un nouveau procédé de séparation imaginé par E. Fischer et qu'il n'est pas superflu de décrire ici, puisqu'il repose sur l'intervention de ces mêmes éthers qui vont nous servir tout à l'heure pour la synthèse des polypeptides et de leurs dérivés. Les acides aminés jouissent, en effet, de la fâcheuse propriété de donner des cristallisations mélangées, soit qu'ils forment de véritables individus cristallins mixtes, soit tout simplement que leurs différences de solubilité soient trop faibles pour constituer un moyen pratique de séparation. Bref, il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, de séparer ces corps par cristallisation fractionnée : les constantes physiques des acides aminés décrits autrefois comme purs s'en ressentent, et plusieurs autres sont restés longtemps inaperçus.

Dans la technique actuelle, lorsque la matière albuminoïde a été hydrolysée par l'action des acides, par une ébullition prolongée avec l'acide

¹ P. SCHÜTZENBERGER : Traité de Chimie générale, I, VI, p. 450, Paris, 1890.

² R. COHN : Z. physiol. Chem., t. XXII, p. 153, 1897.

chlorhydrique concentré par exemple (procédé de Cohn¹), le liquide est distillé sous pression réduite jusqu'à sirop épais. On applique alors, aux chlorhydrates des acides aminés qu'il renferme, le procédé employé par Th. Curtius et Gœbel² pour étherifier le glycocole : on délaye le mélange dans l'alcool absolu, on sature par un courant de HCl gazeux, et l'on achève la combinaison en chauffant quelques instants au bain-marie. Si la matière albuminoïde est riche en glycocole, comme la gélatine, il suffit de porter la solution alcoolique à la glacière pour recueillir, au bout de quarante-huit heures, une abondante cristallisation du *chlorhydrate de glycinate d'éthyle* :



C'est ce corps qui nous servira de point de départ pour la synthèse des polypeptides : une faible quantité seulement reste dissoute dans la liqueur alcoolique. Si l'albuminoïde est pauvre en glycocole, on n'a pas de cristallisation et l'on passe directement à la méthode générale de fractionnement.

Le liquide alcoolique contenant les chlorhydrates des amino-éthers est évaporé jusqu'à sirop épais, sous pression réduite, sur un bain-marie ne dépassant pas 40°. Le résidu, mêlé de la moitié de son volume d'eau, est placé dans un mélange réfrigérant, additionné de soude caustique concentrée presque jusqu'à neutralisation, puis d'une solution très concentrée de carbonate de potassium, et enfin agité avec de l'éther. Les éthers des acides aspartique et glutamique, peu basiques, sont mis en liberté de leurs chlorhydrates et passent dans l'éther. Pour libérer de leurs chlorhydrates les éthers des monoacides aminés, il suffit d'ajouter encore, toujours en refroidissant, un excès de soude caustique et du carbonate en poudre, puis d'épuiser le magma par l'éther (Fischer³).

Lorsque le dissolvant a été chassé par l'évaporation, il reste le mélange des éthers éthyliques des divers acides aminés. Il suffit maintenant, et c'est en cela que consiste le procédé si fructueux de Fischer, de fractionner ce mélange d'éthers par distillation dans le vide.

Appliquée pour la première fois par Fischer⁴ à la caséine, cette méthode a permis de séparer très facilement, sous une pression de 10 millimètres de mercure environ, 8 fractions dont les points

d'ébullition s'échelonnent depuis 40° jusqu'à 160°, et qu'il suffit de saponifier ensuite pour régénérer les acides aminés, qu'une dernière cristallisation fournit en état de pureté véritable. A son exemple, un grand nombre de chercheurs, parmi ses élèves notamment, se sont attachés à l'étude des produits de décomposition fournis par les matières albuminoïdes, et ont trouvé ainsi plusieurs acides aminés dont la présence était restée inaperçue.

A l'heure actuelle, les divers matériaux dûment reconnus qu'a fournis, non pas toujours une seule matière albuminoïde déterminée, mais l'ensemble du groupe, peuvent s'énumérer de la manière suivante :

1° *Acides monoaminés* : glycocole (ac. α -amino-acétique), alanine (ac. α -aminopropionique), acide α -aminovalérique, leucine (ac. α -pyrrolidinoacarbonique), phénylalanine, proline (ac. α -pyrrolidinecarbonique), tryptophane (ac. α -amino-indolpropionique) ;

2° *Acides diaminés* : ornithine (ac. α - ω -diaminovalérique), dans la molécule d'arginine, lysine (ac. α - ω -diaminocaproïque), histidine ;

3° *Diacides monoaminés* : acide aspartique, acide glutamique ;

4° *Acides-alcools aminés* : sérine, acide oxy-pyrrolidinecarbonique, tyrosine (para-oxyphénylalanine) ;

5° *Acides-thiols aminés* : cystéine.

Au point de vue spécial qui nous occupe en ce moment, tous ces corps sont équivalents, car, si certains d'entre eux possèdent d'autres fonctions en surplus de celles qui caractérisent les aminoacides, tous sont au moins des acides aminés, c'est-à-dire possèdent au moins un groupe amine (ou imine) et un groupement carboxyle capables de s'enchaîner aux molécules voisines.

On comprend quelle infinie variété de corps peut former la soudure, non seulement d'un nombre croissant de molécules d'une même espèce, mais surtout de molécules d'aminocides différents ; et l'on sait que la science tend aujourd'hui à considérer les nombreuses matières albuminoïdes comme étant précisément de tels édifices, distincts les uns des autres par la nature, le nombre ou la disposition des radicaux d'acides aminés qui les constituent⁵.

¹ R. COHN : *Z. physiol. Chem.*, t. XXII, p. 153, 1897.

² Th. CURTIUS et GÖBEL : *Journ. f. prakt. Chem.*, t. XXVII, p. 159, 1888.

³ E. FISCHER : *Bor. d. d. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 433, 1901, *Z. physiol. Chem.*, t. XXXIII, p. 151, 1901.

⁴ E. FISCHER : *Z. physiol. Chem.*, t. XXXIII, p. 151, 1901.

⁵ En consultant les tableaux dans lesquels les divers auteurs relatent la quantité d'aminocides de chaque espèce que leur a fourni telle ou telle espèce de matière protéique, on constate que le total n'atteint pas 100 %, alors qu'il devrait, au contraire, être supérieur à 100, par suite de l'hydratation. On pourrait donc croire qu'une partie importante de la molécule albuminoïde est formée par autre chose que des acides aminés (au sens large). Mais il ne faut pas oublier que les chiffres ainsi déterminés indiquent seulement le rendement pratique des substances isolées à l'état pur par des manipulations assez compliquées entraînant toujours

II. — ESSAIS EMPIRIQUES DE SYNTHÈSE DES ALBUMINOÏDES.

La synthèse des matières albuminoïdes est un des mirages les plus séduisants qui aient tenté l'imagination des chimistes; plusieurs d'entre eux, impatientes de parvenir au but rêvé, ont exécuté des essais par lesquels ils voulaient réaliser d'un seul coup la reconstitution des molécules protéiques en partant des produits d'une décomposition plus ou moins avancée de ces matières.

A une époque où l'on discutait encore pour savoir si la transformation des albuminoïdes en peptones était, oui ou non, un phénomène d'hydratation, A. Henninger¹ pensa que le meilleur argument en faveur de cette théorie consisterait à remonter des peptones aux albuminoïdes à l'aide des agents déshydratants. Après avoir essayé sans succès plusieurs de ces agents, il réussit, en chauffant à 80° pendant une heure un mélange de fibrine-peptone (10 parties) et d'anhydride acétique (25 parties), à obtenir une substance soluble dans l'eau en présence d'un peu d'acide ou d'alcali, mais précipitable par neutralisation (à la manière des syntonines), se troublant par la chaleur, par l'acide nitrique ou le ferrocyanure acétique.

Dès qu'il eut connaissance de l'expérience de Henninger, Fr. Hofmeister², qui avait déjà obtenu, en desséchant la gélatine pendant longtemps à 130°, une substance analogue au collagène, chauffa pendant quelques heures à 140° (ou pendant quelques instants à 160°-170°) des peptones de fibrine. Le produit brun, dégageant des vapeurs alcalines, était en partie soluble dans l'eau, et la solution ressemblait à celle d'une globuline, se troublant par la dilution, se clarifiant par NaCl, coagulant par la chaleur, précipitant par l'acide nitrique, le ferrocyanure, les sels des métaux lourds. Quant au résidu insoluble, il se dissolvait, à la manière des syntonines, dans une trace d'acide ou d'alcali, montrait les réactions colorées des albuminoïdes, précipitait par l'acide nitrique, le ferrocyanure acétique, et par des sels métalliques qui, comme le sulfate de cuivre et l'acétate de plomb, ne précipitaient pas la peptone. Il semble bien qu'il y ait eu vraiment retour, par déshydratation, à des substances plus condensées que les peptones.

Mais, dans ces tentatives un peu brusques, le point de départ, les peptones, était si peu éloigné du but à atteindre que le résultat ne pouvait être fort instructif, au point de vue de la synthèse des matières albuminoïdes, étant donné surtout que

les substances d'où l'on partait étaient tout aussi mystérieuses que les albumines elles-mêmes, en ce qui concerne leur constitution.

A la suite de ses travaux sur la décomposition des matières protéiques par la baryte, P. Schützenberger³ tenta la synthèse par déshydratation des produits ultimes et cristallisables provenant de l'albumine et de la fibrine. Le mélange des composés aminés $C^{12}H^{2n+1}AzO^2$ (leucines) et $C^{12}H^{2n-1}AzO^2$ (leucéines), additionné de 10 % environ d'urée et de 1,5 fois son poids d'anhydride phosphorique, se déshydrate quand on le chauffe au bain d'huile à 125°.

On obtient une substance soluble dans l'eau, précipitable par l'alcool, qui offre de grandes analogies de caractères avec les peptones. La solution aqueuse précipite par le tannin, l'acide picrique, le sublimé, le nitrate mercurique acide, le réactif de Millon, l'iode ioduré, l'iodomercure de potassium, l'acide phosphomolybdique et l'acide phosphotungstique en présence de HCl, l'acétate et le sous-acétate de plomb. Elle ne précipite pas par le ferrocyanure acétique.

Cette pseudo-peptone synthétique donne en rouge rosé la réaction du biuret; elle donne par l'acide nitrique à chaud un résidu jaune, qui devient orange par l'ammoniaque. Elle carbonise et boursouffle en dégageant l'odeur caractéristique des matières animales brûlées.

Plus instructive que celles de Henninger et de Hofmeister, puisqu'elle nous fait franchir une distance plus considérable dans la voie de la complication des molécules, cette expérience laisse cependant beaucoup à désirer encore, à cause de l'incertitude qui règne sur la constitution des « leucéines » employées. Plus intéressants peut-être sont les essais tentés avec un matériel plus simple, mais de constitution connue.

Dès 1871, E. Schaal² avait chauffé, dans une cornue traversée par un courant de CO^2 sec, du chlorhydrate d'asparagine bien desséché; il élevait progressivement la température jusqu'à 200°, en l'espace de plusieurs jours, jusqu'à cessation complète du dégagement d'eau et d'acide chlorhydrique. Il obtint une masse blanche dure, renfermant un corps difficilement soluble dans l'eau $C^8H^{14}AzO^2$, et un corps tout à fait insoluble $C^8H^{12}AzO^2$. Schaal considère ces anhydrides comme provenant, le premier, de 4 molécules d'acide aspartique condensées par élimination de 7 molécules d'eau, et le deuxième, de 8 molécules d'acide aspartique condensées avec perte de 15 molécules d'eau. Ces anhydrides se dissolvent dans l'ammoniaque et les

des pertes notables: ces chiffres ne représentent que des minima souvent bien inférieurs à la réalité.

¹ A. HENNINGER: *C. R. Acad. Sc.*, t. LXXXI, p. 1461, 1878.

² FR. HOFMEISTER: *Z. physiol. Chem.*, t. II, p. 206, 1878.

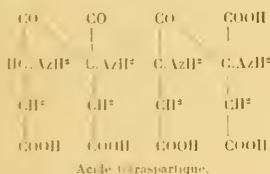
³ P. SCHÜTZENBERGER: *C. R. Acad. Sc.*, t. CXII, p. 198, 1891.

² E. SCHAAL: *Annal. d. Chem. u. Pharm.*, t. CLVII, p. 24, 1871.

alcalis; Grimaux¹ a constaté ultérieurement que le corps $C^{11}H^{16}AzO^{17}$ donne en violet la réaction du biuret.

Hugo Schiff² a, plus récemment, repris l'étude de ces deux anhydrides, le *tétraspastique* et l'*octaspastique*, obtenus toujours en déshydratant l'asparagique par la chaleur, et des acides *tétraspastique* $H_2(C^{11}H^{16}AzO^3)^4.OH$ et *octaspastique* $H_2(C^{11}H^{16}AzO^3)^8.OH$, qu'ils fournissent lors de leur dissolution facile dans les alcalis. L'acide tétraspastique libre constitue de petits cristaux incolores, groupés en chou-fleur, bien solubles dans l'eau, à peine dans l'alcool, insolubles dans l'éther et le benzène. L'acide octaspastique libre paraît moins bien caractérisé.

Bien qu'un certain nombre de dérivés de ces acides polyaspartiques (sels, hydrazones, anilides, etc.) aient été préparés par Schiff, il serait fort intéressant de voir confirmer les données de cet auteur, notamment celles sur lesquelles il s'appuie pour considérer comme libres les groupes AzH^1 de ces molécules :



Une telle constitution en ferait des substances fort éloignées de tous les autres corps obtenus par la condensation des acides aminés et dans lesquelles la soudure des molécules paraît se faire au moyen du chaînon $—CO.AzH—$, par action du carboxyle sur l'aminogène.

Ed. Grimaux³, lui aussi, parlait de l'anhydride aspartique $C^{11}H^{16}AzO^3$ décrit par Schaal, préparé en chauffant pendant plusieurs jours à 200° du chlorhydrate d'acide aspartique : poudre blanche complètement insoluble.

Quand on chauffe cet anhydride à 125-130° avec la moitié de son poids d'urée, pendant 2 heures, on obtient une masse épaisse, qui donne avec l'eau une solution gommeuse, filtrant difficilement, ne dialysant pas, possédant les propriétés des substances colloïdales. Les acides la précipitent sous forme de gelée compacte; les sels alcalins, ceux des métaux lourds, le tannin, donnent aussi les précipités gélatineux.

L'urée polyaspartique se dissout dans la potasse et donne en violet la réaction du biuret. L'eau de baryte à 150° le transforme en acide carbonique, ammoniacque et aspartate de baryum. Ce corps répondait donc, dans l'esprit de Grimaux, aux caractères des matières protéiques, qu'il définissait : « des colloïdes azotés, se dédoublant par hydratation en acide carbonique, en ammoniacque et en acides aminés ».

Grimaux attribuait à son urée polyaspartique la formule $C^{11}H^{16}AzO^{25}$, représentant 8 molécules d'acide aspartique unies à 2 molécules d'urée avec perte de 2 molécules d'ammoniacque et de 9 molécules d'eau.

L'anhydride polyaspartique, chauffé pendant 2 heures à 150°, sans urée, mais dans un courant de gaz ammoniac sec, donnait à Grimaux¹ une substance colloïde du même genre (colloïde amidaspastique), précipitant par divers acides et sels, et donnant comme les albumines la réaction du biuret.

Grimaux⁴ obtint même un colloïde formé par l'anhydridisation de l'acide aminobenzoïque (méta), sans intervention de l'urée. L'acide aminobenzoïque, chauffé avec du perchlorure de phosphore, fournit une poudre blanche qui se dissout dans l'ammoniacque en formant une solution très lente à filtrer; évaporée dans le vide, cette solution donne d'abord une gelée épaisse, puis se dessèche en plaques translucides ressemblant à de l'albumine sèche. Le produit sec peut être chauffé à 100° sans perdre sa solubilité dans l'eau, mais, si l'on évapore la solution au bain-marie, le résidu est devenu complètement insoluble.

La solution ammoniacale du colloïde aminobenzoïque précipite par les acides minéraux, le ferrocyanure acétique, l'alun, le sublimé, le nitrate mercurieux, le tannin.

Cette solution a la propriété remarquable de donner un coagulum vers 70-80° lorsqu'on y ajoute une quantité suffisante de divers sels, tels que les chlorures et sulfates alcalins ou alcalino-terreux, ou l'eau de chaux. L'addition d'acide carbonique permet la coagulation des solutions pauvres en sels. Ed. Grimaux voyait dans ces phénomènes l'expression d'une analogie frappante entre son anhydride aminobenzoïque et les matières albuminoïdes. Le colloïde aminobenzoïque donne par KOH et $CuSO^4$ une solution violet-bleu (Grimaux⁵); par KOH et $NiSO^4$ une solution jaune pâle, et par KOH et $CoSO^4$ un brun pourpre qui passe rapidement au brun (Pickering⁶).

¹ E. GRIMAUX, *C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 771, 1881; *Bull. Soc. Chim.*, 2, t. XXXVIII, p. 61, 1882.

² H. SCHIFF, *Annal. d. Chem. u. Pharm.*, t. CCXXIII, p. 182, 1898; t. CCXLVII, p. 231, 1899.

³ Ed. GRIMAUX, *C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 771, 1881; *Bull. Soc. Chim.*, 2, t. XXXVIII, p. 61, 1882.

⁴ Ed. GRIMAUX, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXVIII, p. 61, 1882; *C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 1436, 1884.

⁵ Ed. GRIMAUX, *C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 231, 1884.

⁶ Ed. GRIMAUX, *C. R. Acad. Sc.*, t. XCVIII, p. 231, 1884.

⁷ J.-W. PICKERING, *Journ. of Physiol.*, vol. XIV, p. 347, 1893.

Des recherches ultérieures de J. W. Pickering¹ ont montré que les trois colloïdes synthétiques colloïde aminobenzoïque A, obtenu à 125°; colloïde aminobenzoïque B, obtenu à 135°; colloïde aspartique ammoniacal C) produisent, lorsqu'on les injecte, en solution de 1 à 2 %, dans les veines à des lapins, des coagulations intravasculaires tout à fait comparables à celles que déterminent les nucléoprotéides ou le venin des serpents.

Bien plus, l'analogie remarquable du colloïde C avec les nucléoprotéides se poursuit si loin qu'il ne détermine pas de coagulation intravasculaire chez le lapin albinos (Halliburton et Pickering²), ou même chez le lièvre polaire (*Lepus variabilis*) en pelage blanc, tandis que, chez cet animal en pelage d'été, la coagulation est rapide (Pickering³). Or, les nucléoprotéides se comportent exactement de la même façon; de plus, le colloïde C accélère comme eux la coagulation *in vitro* du sang additionné de carbonates alcalins.

En maintenant ces trois colloïdes à 38° pendant 14 jours avec de la pepsine et de l'acide chlorhydrique à 2 %, le colloïde B ne paraît pas digestible. Le colloïde C se digère plus lentement que les fibrines, et au bout de 14 jours la digestion est encore incomplète; mais le produit, qui donnait en violet la réaction du biuret, au bout de deux jours la donne en rose comme les peptones et les protéoses. Le colloïde A se digère encore bien plus lentement, et incomplètement; au bout d'une semaine seulement, la réaction du biuret se fait en rose (Pickering⁴).

Le colloïde C entretient tout autant que l'ovalbumine les mouvements du cœur d'embryon de rat qu'on plonge dans sa solution à 7,5 %; les colloïdes A et B n'entretiennent pas plus ces mouvements que si le cœur est plongé dans NaCl à 0,75 % (Pickering⁵).

En outre, Pickering⁶ prépara lui-même, à l'exemple de Grimaux, une série de colloïdes nouveaux en chauffant en tube scellé, à 125° ou 130°, les mélanges suivants :

Colloïde α : acide métaaminobenzoïque 1 partie
+ biuret (1 p.) + P²⁰ (3 p.);
— β : tyrosine (1 p.) + biuret (1 p.) + P²⁰ (2 p.);
— γ : alloxane (1 p.) + acide
métaaminobenzoïque 1 p.) + P²⁰ (2 p.);
— δ : acide paraaminobenzoïque 1 p.) + PCP (1 p.);
— ε : tyrosine (1 p.) + xanthine (1 p.) + PCP (2 p.);
— ζ : tyrosine (1 p.) + hypoxanthine (1 p.) + PCP (2 p.);
— η : tyrosine (1 p.) + P²⁰ (1 p.).

Ces substances, qui naturellement diffèrent entre elles par certaines propriétés, sont toutes solubles dans l'eau chaude, où elles donnent des solutions opalescentes lévogyres. Elles donnent la réaction du biuret et la réaction xanthoprotéique. En l'absence de sels, elles ne coagulent pas; mais une trace de sels neutres suffit à les faire coaguler à des températures analogues à celles où coagulent les albumines. Un excès de sels neutres les précipite, ainsi que les sels des métaux lourds. Chacune de ces substances présente le phénomène de la coagulation fractionnée, ce qui révèle son caractère complexe. Leurs propriétés physiologiques, elles aussi, rappellent celles de certains protéides.

Dans un dernier travail⁷, Pickering s'est adressé enfin aux produits de désintégration du nucléoprotéide du thymus de mouton : cette substance, chauffée en tube scellé avec du chlorure de calcium anhydre, fournit des matières cristallines donnant encore la réaction du biuret, mais ne se comportant plus comme des matières protéiques. Si, maintenant, on chauffe ces produits cristallins à 125° avec PCl³, ils se transforment partiellement en substances colloïdales ressemblant, au point de vue chimique et au point de vue physiologique, aux colloïdes de Grimaux. Malheureusement l'ignorance complète de la nature des produits cristallins dont on est parti ne laisse à cette expérience qu'un intérêt limité.

Les essais de condensation de L. Lilienfeld⁸ ont eu pour point de départ ces mêmes éthers d'aminoacides que nous allons retrouver dans la synthèse systématique des polypeptides. Nous verrons que le glycinate d'éthyle AzH².CH².COOCH³, complètement privé d'eau, se transforme, lorsqu'on l'abandonne à lui-même, partie en 2:5-diacépipérazine, et partie en une base solide donnant la réaction du biuret : c'est la « base à biuret » (Biuretbase) de Curtius et Gœbel⁹, qui l'avaient ainsi désignée avant qu'on l'eût reconnue pour le triglycylglycinate d'éthyle. Or, Lilienfeld, chauffant cette « base à biuret » avec de l'eau, voit se produire des flocons qui constituent une gelée lorsqu'on les recueille sur un filtre, et qui par dessiccation donnent des croûtes vitreuses, à peine solubles dans l'eau où elles se gonflent beaucoup. A cette substance colloïde, donnant la réaction du biuret, facilement soluble dans la pepsine chlorhydrique, Lilienfeld trouve une ressemblance frappante avec la gélatine.

¹ J. W. PICKERING : *C. R. Acad. Sc.*, t. CXX, p. 1348, 1895.
² HALLIBURTON et PICKERING : *Journ. of Physiol.*, vol. XVIII, p. 285, 1895.

³ J. W. PICKERING : *Journ. of Physiol.*, vol. XX, p. 310, 1896.

⁴ J. W. PICKERING : *C. R. Acad. Sc.*, t. CXX, p. 1348, 1895.

⁵ J. W. PICKERING : *Journ. of Physiol.*, vol. XX, p. 172, 1896.

⁶ J. W. PICKERING : *Proceed. Roy. Soc.*, t. LX, p. 337, 1897.

⁷ J. W. PICKERING : *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXV, p. 963, 1897.

⁸ L. LILIENFELD : *Dubois-Reymond's Archiv f. Physiol.*, 1894, p. 383. — L. LILIENFELD et V. WOLKOWICZ : *Dubois-Reymond's Archiv f. Physiol.*, 1894, p. 355.

⁹ TH. CURTIUS et G. GÖBEL : *Journ. f. prakt. Chem.*, t. XXXVII, p. 173, 1888.

Condensant ensuite l'aminooacétate d'éthyle avec les éthers correspondants de la leucine et de la tyrosine qui furent préparés pour la première fois à cette occasion, Lilienfeld obtint une substance remarquable, possédant toutes les propriétés des peptones. Soluble dans l'eau, précipitable par l'alcool, cette peptone synthétique charbonne avec l'odeur caractéristique des albuminoïdes, et possède même la saveur spéciale des peptones. Elle donne la réaction du biuret en violet rouge, la réaction xanthoprotéique, celles de Millon et d'Adamkiewicz, la réaction par le sucre et H^2SO_4 , le tannin, l'acide picrique, le sous-acétate de plomb ammoniacal, le sublimé, les acides phosphotungstique et phosphomolybdique, l'iodomercure de potassium la précipitent : mais elle n'est précipitée ni par l'acide nitrique, ni par le ferrocyanure acétique.

Entin, par certains procédés de condensation de la base glycique avec les éthers de la leucine et de la tyrosine en présence d'un peu d'aldéhyde formique, Lilienfeld a même réussi à obtenir un corps coagulable par la chaleur, précipitable par les acides minéraux et par le ferrocyanure acétique, se comportant en un mot tout à fait comme les matières albuminoïdes naturelles.

La dernière des condensations empiriques d'aminooacides que nous devons signaler ici est d'origine fortuite. En chauffant en tube scellé à 150° - 170° pendant 24 heures un mélange de glycocolle et de glycérine, dans l'espoir d'en obtenir la combinaison, Balbiano et Trasciatti¹ ont constaté que la glycérine n'entre pas en combinaison, mais se comporte comme un agent déshydratant.

Ils ont obtenu ainsi une poudre jaunâtre, insoluble dans tous les dissolvants neutres, qui charbonne au-dessus de 250° , sans fondre et en dégageant une odeur de corne brûlée. Cette substance n'est pas sans analogie avec les matières cornées; elle est facilement hydratée par HCl concentré à 100° , et redonne abondamment du glycocolle, qui est le seul produit de son hydrolyse, ainsi que l'a démontré plus tard Balbiano². C'est un anhydride polymérisé du glycocolle $(C^3H^5AzO^2)^n$, différent de l'anhydride bimoléculaire $(C^3H^5AzO)^2$ (2:5-diacétopipérazine) obtenu antérieurement par Curtius et Goebel³ grâce à un procédé que nous verrons plus loin. Balbiano a constaté, d'ailleurs, qu'une petite quantité de cet anhydride $C^3H^5AzO^2$, soluble dans l'eau chaude, se forme à côté de l'anhydride corné.

La glycérine ne semble pas exercer d'action sur l'alanine; en revanche, l'asparagine, dans les mêmes conditions, perd de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, et parmi les produits de réaction les auteurs ont pu isoler une petite quantité d'un acide amorphe, soluble dans l'eau, dont ils interprètent ainsi la formation :



Asparagine.

Toutes ces reproductions artificielles de substances ressemblant aux matières protéiques par un ensemble de propriétés physiques, chimiques et physiologiques sont d'un intérêt très réel; car elles ont eu au moins ce résultat de nous montrer qu'on pouvait parvenir au but grâce à la condensation par déshydratation d'un certain nombre de molécules d'acides aminés. Le seul fait de la désintégration successive des matières protéiques par l'hydrolyse permettait de s'attendre au résultat de l'opération inverse; la confirmation expérimentale n'en est pas moins précieuse.

Mais toutes les substances obtenues ainsi ont pour caractère commun d'être des corps colloïdes, mal définis, sans critérium de pureté, de constitution inconnue. Si quelques-uns d'entre eux se présentent parfois à l'état cristallin, comme ceux dont H. Schiff ou L. Lilienfeld ont prétendu établir la constitution, cette constitution même est encore trop sujette à réserves pour satisfaire aux exigences de la science.

C'est que la synthèse des albuminoïdes n'est pas un problème dont la solution puisse être réalisée d'un seul coup. Vouloir s'élever d'un bond, depuis ces corps très simples que sont les acides aminés, jusqu'à ces molécules extrêmement complexes que sont les albumines, est une entreprise téméraire. La seule voie qui puisse conduire au but, lentement mais sûrement, c'est, au contraire, la préparation et l'étude patiente d'une riche série d'intermédiaires progressivement compliqués : c'est la synthèse des *polypeptides*, telle que l'ont comprise Th. Curtius et E. Fischer, dont les travaux ont fait entrer dans une voie rationnelle le problème de la synthèse des albuminoïdes.

III. — SYNTHÈSE DES DÉRIVÉS DES POLYPEPTIDES.

Avant de parvenir à réaliser systématiquement la synthèse des polypeptides eux-mêmes, on a réussi à obtenir d'abord celle de leurs dérivés. L'union directe d'un certain nombre de radicaux d'aminooacides, d'un certain nombre de glycoles par exemple, — $(AzH.CH^2.CO)$ —, en une chaîne terminée d'une part par un carboxyle libre $COOH$ et de l'autre par le groupe AzH^3 lui-même, se heurte

¹ L. BALBIANO et D. TRASCIATTI : *Ber. d. d. chem. Ges.*, I. XXXIII, p. 2323, 1900.

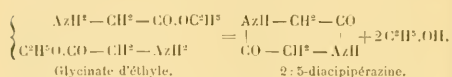
² L. BALBIANO : *Ber. d. d. chem. Ges.*, I. XXXIV, p. 4501, 1901.

³ TH. CURTIUS et GOEBEL : *Journ. f. prakt. Chem.*, I. XXXV, p. 173, 1888.

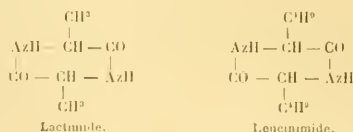
en effet, dans la pratique, à de sérieuses difficultés que l'on va comprendre.

On ne peut partir, en effet, des acides aminés libres. Il suffira de se rappeler l'expérience de Balbiano et Trasciatti¹, comme d'ailleurs toutes celles que nous avons énumérées au paragraphe précédent, pour constater que la condensation, lorsqu'on déshydrate les acides aminés eux-mêmes, ne permet pas de saisir les phases progressives d'un enchaînement méthodique, mais se poursuit d'emblée jusqu'à des substances trop complexes et trop mal définies pour une étude fructueuse.

Si, au lieu des acides aminés, on s'adresse à leurs éthers, au glycinat d'éthyle par exemple, $\text{AzH}^2 - \text{CH}^2 - \text{CO} \cdot \text{OC}^2\text{H}^5$, on réussit, au contraire, à commencer la série des soudures successives cherchées. C'est ainsi que Curtius et Goebel², abandonnant à lui-même l'éther éthylique du glycocole en présence de l'eau³, ont constaté qu'il se produit une saponification de l'éther, aussitôt suivie de la condensation deux à deux, par anhydridisation, des molécules du glycocole ainsi régénérées :



Il s'agit ici d'un phénomène général. L'éther éthylique de la leucine, par exemple, ne se condense, il est vrai, que lentement et partiellement en leucinimide à la température ordinaire (E. Fischer⁴), plus rapidement si le flacon est mal bouché (L. Bouveault et R. Locquin⁵), mais la condensation est plus rapide au bain-marie en présence d'éthylate de sodium (E. Fischer⁶); et, si l'on chauffe en tube scellé pendant vingt-quatre heures vers 180° l'éther éthylique de la leucine ou de l'alanine, on obtient, avec des rendements supérieurs à 60 %₁₀₀, la leucinimide ou la lactimide :



Tous les acides aminés se comportent d'une manière analogue, en fournissant leurs anhydrides doubles, les 2:5-diacypipérazines.

¹ BALBIANO et TRASCIATTI : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIII, p. 2323, 1900. — BALBIANO : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 1501, 1901.

² TH. CURTIUS et GOEBEL : *Journ. f. prakt. Chem.*, t. XXXVII, p. 173, 1888.

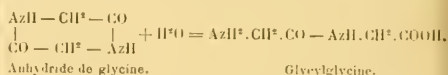
³ La présence de l'eau est indispensable; l'éther glycylique préalablement desséché ne se condense pas.

⁴ E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 448, 1901.

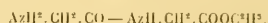
⁵ L. BOUVEAULT et R. LOCQUIN : *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXI, p. 1180, 1901.

⁶ E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 448, 1901.

Or, en 1901, E. Fischer et E. Fourneau⁴ démontrèrent qu'il suffit de dissoudre les cristaux de diacypipérazine dans l'acide chlorhydrique concentré, et de porter à l'ébullition pendant une minute, pour ouvrir l'anneau pipérazique et obtenir des cristaux d'un corps qui n'est autre que le chlorhydrate de glycyglycine, d'où les alcalis libèrent facilement la glycyglycine elle-même :

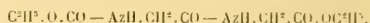


Voilà le premier représentant de la famille des peptides, qu'il est donc maintenant aisé d'obtenir. Si la diacypipérazine est mise en suspension dans l'alcool, qu'on sature de HCl gazeux et qu'on chauffe un instant, on obtient directement le chlorhydrate de l'éther glycyglycylique :



lequel se libère facilement par les alcalis.

L'isocyanate de phényle donne très facilement la phénylurée correspondante; et l'action du chlorocarbonate d'éthyle en présence de Na^2CO^3 fournit directement l'éther carboxéthyl-glycyglycylique :



que nous allons retrouver dans les synthèses ultérieures (E. Fischer et E. Fourneau⁴).

Les éthers de l'alanine, de la leucine, et en général des acides α -aminés, se comportent d'une manière analogue; les 2:5-diacypipérazines qu'ils fournissent par leur condensation spontanée peuvent être ouvertes avec plus ou moins de facilité suivant l'espèce (E. Fischer a montré² que la leucinimide exige l'action de HBr fumant pour se transformer en leucylléucine). Le phénomène de condensation spontanée des éthers permet donc d'obtenir des corps tels que la glycyglycine, l'alanylalanine, la leucylléucine, qui sont des dipeptides. Mais on n'a pas signalé jusqu'à présent de condensations mixtes unissant l'une à l'autre, par ce procédé, deux molécules d'espèce différente pour aboutir à la glycyalanine ou à l'alanylléucine par exemple. Et surtout, la chaîne construite de cette façon ne contient que deux molécules d'acide, c'est-à-dire que l'édifice architectural s'arrête, à peine commencé.

A vrai dire, cependant, Th. Curtius² avait observé, dès 1883, que l'éther du glycocole, abandonné à lui-même, fournit non seulement l'anhydride du glycocole (2:5-diacypipérazine), mais encore une

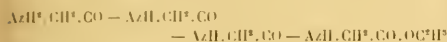
⁴ E. FISCHER et E. FOURNEAU : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 2870, 1901.

⁵ E. FISCHER et E. FOURNEAU : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 2875, 1901.

⁶ E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXV, p. 1096, 1902.

⁷ TH. CURTIUS : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XVI, p. 755, 1883.

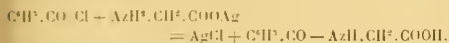
autre substance cristallisée, à point de fusion élevé, difficilement soluble dans l'eau, donnant avec intensité la réaction du biuret et qu'il appela provisoirement « *Biuretase* ». Or, Curtius lui-même a reconnu l'an dernier ¹ que cette base est identique à l'éther *triglycylglycine* :



que Fischer venait d'obtenir par une voie que nous décrirons plus loin. La condensation spontanée des éthers d'acides peut donc aller en réalité jusqu'à l'union en chaîne ouverte de 4 molécules. Mais le cas de la Biuretase de Curtius est un cas isolé, empirique, que nous ne sommes libres ni de provoquer ni de régler à notre gré, et qui jusqu'à présent ne saurait constituer une *méthode* de synthèse des polypeptides.

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les divers résultats partiels que nous avons énumérés jusqu'ici, on peut remarquer que l'échec auquel se heurtent toutes ces tentatives, dès qu'on cherche à les instituer en méthodes générales, paraît tenir principalement à la présence, dans les molécules réagissantes, du groupe AzH^1 libre et capable de subir des transformations dans un sens peu favorable à l'enchaînement linéaire cherché. Nous allons voir que les synthèses deviennent beaucoup plus faciles si l'on a eu la précaution de fixer préalablement le groupe AzH^1 par l'introduction d'un groupe acylé, tel que le benzoyle (Curtius) ou le carboxéthyle (Fischer).

On sait que, dès 1853, Dessaignes ² avait réalisé la synthèse de l'acide hippurique par le chlorure de benzoyle et le glycocolle d'argent :



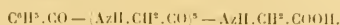
Cette réaction est complexe en ce sens que, non seulement elle s'accompagne d'une migration moléculaire, puisque le benzoyle ne se fixe pas à la place qu'occupait l'argent, mais que, de plus, Th. Curtius ³ découvrit en 1881, parmi les produits formés, outre l'acide hippurique, deux autres acides à poids moléculaire plus élevé. A cette époque même, Curtius reconnut l'un de ces corps pour l'acide hippurylaminoacétique, que nous appellerions aujourd'hui la *benzoylglycylglycine* :



car l'hydrolyse scindait le corps d'abord en une molécule de glycocolle et une molécule d'acide hippu-

rique, laquelle fournissait à son tour une deuxième molécule de glycocolle et l'acide benzoïque.

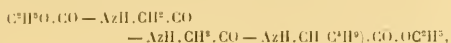
Quant à l'autre acide obtenu en même temps que la benzoylglycine et la benzoylglycylglycine par simple réaction du chlorure de benzoyle sur le glycinate d'argent, l'« acide γ » de Curtius, il fut identifié plus tard par Curtius et Benrath ⁴ avec la *benzoylpentaglycylglycine* :



Curtius ² avait indiqué formellement, dès 1884, que, par l'action du glycinate d'argent sur le chlorure de benzoyle, il se forme, à côté de l'acide hippurique, une série d'acides dans laquelle chaque terme contient un glycocolle moins H^2O , c'est-à-dire — $\text{AzH}^1.\text{CH}^2.\text{CO}$ —, de plus que le terme précédent.

Cette synthèse était encore assez empirique, mais, dès cette époque, Curtius cherchait à la régulariser. S'il avait pu avoir en mains le chlorure d'hippuryle $\text{C}^3\text{H}_5.\text{CO} - \text{AzH}^1.\text{CH}^2.\text{CO}.\text{Cl}$, il était permis d'espérer que ce corps, condensé avec le glycinate d'argent, eût donné la benzoylglycylglycine, et qu'ensuite le chlorure correspondant à ce dernier acide eût fourni facilement l'homologue supérieur et ainsi de suite. Malheureusement, les tentatives de Curtius ³ pour préparer le chlorure d'hippuryle échouèrent. Il ne put pas davantage se procurer les anhydrides des acides aminés ; le seul genre de dérivés de ces acides alors accessible était celui des éthers : la fusion de l'hippurate d'éthyle avec le glycocolle fournit à Curtius ⁵ ce même *acide γ* , qui devait être reconnu pour la benzoylpentaglycylglycine.

C'est aussi par l'intermédiaire des éthers d'acides acylés que E. Fischer et E. Fournéau ⁶ réussirent à préparer un dérivé du tripeptide. L'éther carboxéthylglycylglycique, dont nous avons indiqué plus haut la préparation, maintenu longtemps à 130° avec le leucinate d'éthyle, leur fournit l'éther *carboxéthylglycylglycylglycylleucique* :



qui renferme une chaîne de trois restes d'acides aminés.

Malheureusement, si les acides aminés eux-mêmes se prêtent peu à la synthèse méthodique des chaînes, leurs éthers ne leur sont pas très supé-

¹ Th. CURTIUS et BENRATH : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 1279, 1904.

² Th. CURTIUS : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XVII, p. 1666, 1884.

³ Th. CURTIUS : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. XXVI, p. 182, 1882.

⁴ Th. CURTIUS : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XVI, p. 756, 1883.

⁵ E. FISCHER et E. FOURNEAU : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXIV, p. 2877, 1901. — E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXX, p. 1100, 1902.

² Dessaignes : *C. R. Acad. Sc.*, t. XXXVII, p. 251, 1853.

³ Th. CURTIUS : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. XXIV, p. 239, 1881. t. XXVI, p. 149, 1882.

rieurs à ce point de vue, et l'on échoue lorsqu'on veut continuer par cette voie.

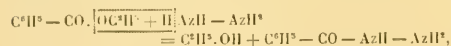
Or, les recherches de Curtius l'avaient amené à découvrir les azides des acides carboxylés et à remarquer leur grande analogie avec les chlorures d'acides sous certains rapports. Il pensa que peut-être les azides lui permettraient certaines synthèses qu'il n'avait pu réaliser par la voie des chlorures, faute précisément de savoir préparer les chlorures d'acides aminés. Baum¹ avait appliqué en 1883, aux acides aminés, le procédé de benzoylation de Schotten-Baumann, et obtenu l'acide hippurique en agitant le chlorure de benzyle avec une solution alcaline de glycocolle. Remplaçant le chlorure de benzyle par la benzazide, Curtius², aidé de ses élèves Hallaway³ et Darmstaedter⁴, obtint par le même procédé, et avec d'excellents rendements, l'acide hippurique. La voie était ouverte et la méthode des azides allait se développer régulièrement.

Enfin, en 1903, E. Fischer⁵, appliquant aux acides aminés le procédé au chlorure de thionyle de Béhal et Auger⁶, préparait enfin les chlorures d'aminoacides vainement cherchés par Curtius. Une voie parallèle s'ouvrait pour la synthèse des dérivés des polypeptides : ce sont ces deux méthodes, celle des azides et celle des chlorures, dont nous allons exposer les résultats.

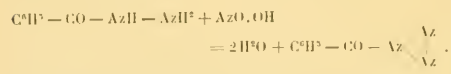
§ 1. — Méthode des azides.

Dans la description de cette méthode, il suffit de prendre comme exemple l'enchaînement des molécules de glycocolle, celui des autres acides aminés devant se faire par un processus tout à fait identique.

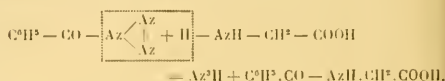
On sait que l'action de l'hydrazine sur le benzoate d'éthyle donne lieu à la production de la benzhydrazide :



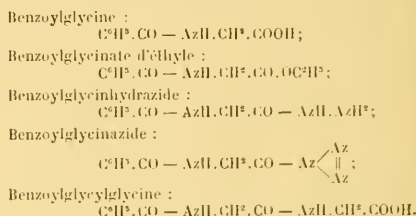
et que la benzhydrazide, traitée à froid par le nitrite de sodium en milieu acide, se transforme en benzazide :



Or, Hallaway découvrit en 1899, dans le laboratoire de Curtius, que cette benzazide, agitée avec du glycocolle en solution alcaline, fournit directement l'acide hippurique ou *benzoylglycine*, en régénérant de l'acide azohydrique :



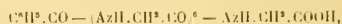
A son tour, l'acide hippurique, étherifié par un moyen approprié, par exemple par le passage d'un courant de HCl dans sa solution alcoolique, est transformé en hydrazide, puis en azido, qui réagit avec une deuxième molécule de glycocolle en milieu alcalin pour donner la *benzoylglycylglycine* :



Par l'intermédiaire de son éther, de son hydrazide et de son azide, puis réaction de celle-ci sur une troisième molécule de glycocolle, la benzoylglycylglycine se transformera en benzoyldiglycylglycine.

Curtius et Wüstenfeld¹ ont réussi à s'élever graduellement jusqu'à la *benzoylpentaglycylglycine*. Toutes les substances de cette série sont des corps bien cristallisés, dont les points de fusion s'échelonnent entre 200° et 270°.

On peut même aller plus vite, en remplaçant le glycocolle par la glycylglycine préparée suivant Fischer et Fournau : on fixe ainsi d'un seul coup deux chaînons de glycyle. Curtius et Leo Levy² sont parvenus jusqu'à la *benzoylhexaglycylglycine* :



qui est un heptapeptide benzoylé.

Si l'hippurazide est traitée, non plus par le glycocolle, mais par l'alanine, on obtient la *benzoylglycylalanine*; Curtius et Lambotte³ ont pu préparer successivement la *benzoylglycylalanylalanine* et la *benzoylglycylalanylalanylalanine* (tétrapeptide benzoylé).

¹ BAUM : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. IX, p. 165, 1885.

² Voir pour cet historique : TH. CURTIUS : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 57-73, 1905.

³ H.-R. HALLAWAY : Ueber das Hydrazid und Azid der *m*-Nitrohippursäure. Inaug. Diss., Heidelberg, 1901. Experimentell abgeschlossen, August 1899.

⁴ E. DARMSTAEDTER : Ueber das Hydrazid der *n*-Tetramethylendikarbonsäure (Adipinsäure). Inaug. Diss., Heidelberg, 1902.

⁵ E. FISCHER : *Sitzungsber. d. Berlin. Akad.*, t. XIX, p. 387, 1903; *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2094, 1903.

⁶ BÉHAL et AUGER : *Bull. Soc. chim.*, 2^e s., t. L, p. 594, 1888.

¹ TH. CURTIUS et R. WÜSTENFELD : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 3226, 1902; *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 73, 1904.

² TH. CURTIUS et L. LEVY : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 89, 1904.

³ TH. CURTIUS et E. LAMBOTTE : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 109, 1904.

Il n'est pas nécessaire d'avoir un chaînon de glycyle : en prenant pour point de départ, non plus l'hippurazide, mais la benzazide elle-même, Curtius et Van den Linden¹ ont préparé la *benzoylalanine*, puis la *benzoylalanylalanine*, de même que la *benzoylalanylglycine* et la *benzoylalanylglycylglycine*. Curtius et E. Müller² ont obtenu la *benzoylglucylphenylalanine*. Enfin, l'action de l'hippurazide sur l'acide aspartique a fourni à Th. Curtius et Hans Curtius³ les très intéressants acides *benzoylglucylaspartique* et *benzoylglucylaspartylaspartique*.

Mais Th. Curtius n'a pas borné ses tentatives aux acides aminés en position α : en collaboration avec O. Gumlich⁴, il obtint les acides *benzoylglucyl- β -aminobutyrique* et *benzoylglucyl- β -aminobutyryl- β -aminobutyrique*, et avec l'aide de E. Müller⁵ il prépara l'acide *benzoylglucyl- γ -aminobutyrique*.

Enfin, les essais pour obtenir des chaînes de carbamyles, où le reste carbamique $-(\text{AzH.CO})-$ jouerait le même rôle que le reste glycylique $-(\text{AzH.CH}^2.\text{CO})-$, ont échoué jusqu'à présent : Curtius a pu préparer seulement, en collaboration avec W. Lenhard⁶, la *phénylcarbamneglycine*, la *phénylcarbamneglycylglycine* et la *phénylcarbaminediglycylglycine* :



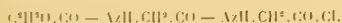
§ 2. — Méthode des chlorures.

C'est en 1903 que E. Fischer⁷ appliqua aux acides aminés la méthode de chloruration par le chlorure de thionyle SOCl_2 , après consolidation du groupe aminé par le carboxéthyle, le radical de l'acide β -naphtalènesulfonique ou encore le benzoyle.

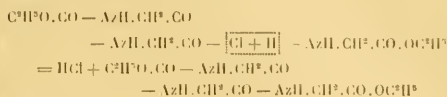
Si l'on traite par le chlorure de thionyle la *carbéthoxylglycylglycine* :



obtenue par l'action du chlorocarbonate d'éthyle sur la glycylglycine, on obtient le chlorure correspondant :

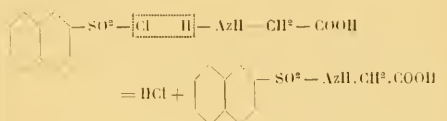


Celui-ci se combine facilement avec les éthers des acides aminés, en milieu alcalin :

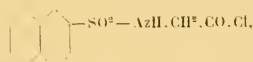


et on a l'éther de la *carbéthoxyldiglycylglycine*. En répétant le même processus, E. Fischer obtient l'éther de la *carbéthoxyltriglycylglycine*; on peut saponifier ces éthers, avec quelques précautions. En remplaçant l'éther du glycocole par ceux de l'alanine, de la leucine racémique et de la tyrosine, on arrive à la *carbéthoxylglycylalanine*⁸, à la *carbéthoxylglycyl- β -l-leucine* et à la *carbéthoxylglycyltyrosine* (E. Fischer⁹).

Sur ces entrefaites, E. Fischer et P. Bergell¹⁰ avaient trouvé que le chlorure de l'acide β -naphtalènesulfonique réagit sur les acides aminés en solution alcaline :



On obtient ainsi la β -naphtalènesulfoglycine, où le groupe azoté est consolidé comme dans l'acide hippurique. Le chlorure de thionyle transforme à son tour cette substance en le chlorure correspondant :



qu'il est facile de fixer sur l'azote des divers aminoéthers. L'éther dipeptique obtenu est saponifié, l'acide traité par le chlorure de thionyle, puis par les aminoéthers, et ainsi de suite. C'est de cette façon que furent obtenues la β -naphtalènesulfoglycyl- β -alanine¹¹, la β -naphtalènesulfoglycyl- β -alanylglycine, la β -naphtalènesulfoglycyltyrosine, et la β -naphtalènesulfoglycyl- β -l-leucine¹². Quant à la tyrosine, elle fixe par son oxyhydrile un deuxième groupe β -naphtalènesulfo, de telle sorte qu'on arrive à la *di- β -naphtalènesulfo-tyrosyl- β -l-leucine*.

Enfin, toujours grâce au chlorure de thionyle,

¹ E. FISCHER et P. BERGELL : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2110, 1903.

² E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2792, 1903.

³ E. FISCHER et P. BERGELL : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXV, p. 3779, 1902.

⁴ E. FISCHER : *Sitzungsber. d. Berlin. Akad.*, t. XIX, p. 387, 1903.

⁵ E. FISCHER et P. BERGELL : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2792, 1903.

¹ TH. CURTIUS et VAN DER LINDEN : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 137, 1901.

² TH. CURTIUS et E. MÜLLER : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 223, 1901.

³ TH. CURTIUS et H. CURTIUS : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 158, 1901.

⁴ TH. CURTIUS et O. GUMLICH : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 195, 1901.

⁵ TH. CURTIUS et E. MÜLLER : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 223, 1901.

⁶ TH. CURTIUS et W. LENHARD : *Journ. f. prakt. Chem.*, N. F., t. LXX, p. 230, 1901.

⁷ E. FISCHER : *Sitzungsber. d. Berlin. Akad.*, t. XIX, p. 387, 1903. *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2091, 1903.

E. Fischer a pu préparer le chlorure d'hippuryle, qui avait échappé aux tentatives de Th. Curtius, et obtenu par la voie des chlorures¹ ce même éther benzoïldiglycylglycique que Curtius préparait par la voie des azides.

Par la méthode des chlorures comme par celle des azides, il est donc possible aujourd'hui de réunir, dans une même chaîne ouverte, un nombre théoriquement indéfini de molécules d'acides aminés, de même espèce ou d'espèces différentes. En fait, on a réalisé déjà l'enchaînement de sept molécules d'acide aminé. Malheureusement, les méthodes que nous venons de décrire ne peuvent s'appliquer qu'à une chaîne consolidée dès l'origine par l'introduction d'un groupe acylé, benzoylé, carboxéthyle ou β -naphthalènesulfo dans l'aminogène initial, et l'on n'a pas trouvé le moyen jusqu'ici de débarrasser la chaîne de cet *impedimentum*. Chaque fois que Curtius ou Fischer ont essayé de saponifier ce groupe, c'est au contraire par l'autre extrémité qu'a commencé la rupture, les molécules d'acides aminés se détachant une à une pour aboutir par exemple à l'acide hippurique, puis à l'acide benzoïque.

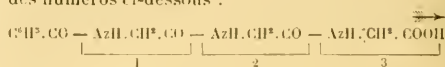
Ces méthodes, d'un intérêt théorique puissant, n'ont donc pu nous mettre en mains les véritables polypeptides.

IV. — SYNTHÈSE DES POLYPEPTIDES LIBRES.

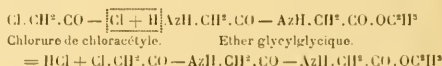
La synthèse des polypeptides mêmes commence avec les travaux de Fischer et Fourneau² sur la rupture des anneaux diacétopipéraziques³, mais elle se borne, comme on l'a vu, aux dipeptides homogènes. Bien que la « base à biuret » de Curtius soit comme un témoin de la possibilité d'obtenir des condensations plus avancées, et que certains indices autorisent quelque espoir, le développement du procédé est encore à trouver.

En revanche, E. Fischer⁴ a réalisé en 1903 la synthèse systématique des polypeptides par une voie très ingénieuse. Jusqu'ici, lorsque nous avions en mains une chaîne à n molécules d'acides aminés, c'est du côté du carboxyle que nous cherchions à souder la $(n+1)^{\text{ème}}$, de telle sorte que

la chaîne s'accroissait dans le sens de la flèche et des numéros ci-dessous :

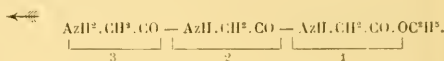


Au contraire, Fischer réalise maintenant l'addition des molécules successives du côté du groupe aminogène. L'éther glycylglycique, par exemple, mélangé avec le chlorure d'un acide halogéné, s'y combine⁵ :



Il suffit de chauffer le produit avec l'ammoniaque aqueuse concentrée pour remplacer l'halogène terminal par AzH², et obtenir l'éther de la *diglycylglycine*⁶. Il suffit de saponifier cet éther si l'on veut arrêter ici la synthèse, ou de le traiter à nouveau par le chlorure de chloracétyle, puis l'ammoniaque, pour obtenir le tétrapeptide, et ainsi de suite.

Dans cette méthode, comme on le voit, l'accroissement de la molécule se fait dans le sens inverse du précédent :



On emploie, tantôt les acides chlorés, tantôt les acides bromés, suivant les conditions pratiques de la réaction; et l'on choisit tout naturellement l'acide convenable suivant qu'on veut souder un groupe glycyle, leucyle, phénylalanyle, prolyle, etc. S'agit-il, par exemple, de souder un groupe leucyle, on aura recours au bromure d' α -bromoisocaproïle, etc.

Nous ne saurions entrer ici dans les détails de la riche série de synthèses exécutées d'après ce principe, au cours des trois dernières années, par Fischer et ses collaborateurs⁷ : Leuchs, Suzuki, Abderhalden, Königs, Axhausen, Brunner, Warburg, Kölker, Raske, Schmidlin, Kautsch, Johnson, Reuter, etc. Le tableau suivant contient la liste des polypeptides qui ont été décrits jusqu'à présent :

Dipeptides.

- 0 glycyl-glycine.
- 0 glycyl-alanine.
- glycyl-leucine.
- 0 glycyl-phénylalanine.
- + glycyl-*L*-tyrosine.
- glycyl-asparagine.

¹ E. FISCHER et P. BERGELL : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2110, 1903.

² E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2982, 1903.

³ Voir le détail de ces travaux dans : *Ber. d. d. chem. Ges.*,

¹ E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 605, 1905.

² E. FISCHER et E. FOURNEAU : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXIV, p. 2870, 1901.

³ Dans des recherches ultérieures, FISCHER a trouvé (*Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVIII, p. 607, 1905) qu'il suffit d'agiter pendant un quart d'heure à froid l'anhydride de glycoïlle avec de la soude normale pour le transformer en glycylglycine. L'anhydride d'alanine s'ouvre avec la même facilité surprenante; en revanche, la leucinimide est beaucoup plus résistante.

⁴ E. FISCHER : *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2982, 1903.

0	alanyl-glycine.	
0	<i>D</i> -alanyl-glycine.	
0	<i>L</i> -alanyl-glycine.	
0	alanyl-alanine.	
0	alanyl-leucine A.	
0	alanyl-leucine B.	
0	alanyl-phénylalanine.	
0	α -aminobutyryl-glycine.	
0	ac. α -aminobutyryl- α -aminobutyrique A.	
0	ac. α -aminobutyryl- α -aminobutyrique B.	
0	α -aminoisovaléryl-glycine.	
0	leucyl-glycine.	
0	leucyl-alanine.	
0	leucyl-leucine.	
0	α -leucyl-phénylalanine.	
0	γ -leucyl-phénylalanine.	
+	leucyl- <i>L</i> -tyrosine.	
0	leucyl-proline.	
+	ac. leucyl-aspartique.	
+	leucyl-asparagine.	
+	leucyl-isosérine A.	
+	leucyl-isosérine B.	
+	phénylglycyl-glycine.	
+	phénylglycyl-alanine A.	
+	phénylglycyl-alanine B.	
+	ac. phénylglycyl-aspartique.	
+	phénylglycyl-asparagine.	
+	phénylalanyl-phénylalanine.	M = 312
+	protyl-alanine.	
+	asparagyl-monoglycine.	

Tripeptides.

0	diglycyl-glycine.	
0	diglycyl-phénylalanine.	
0	diglycyl-cystine.	
0	glycyl-leucyl-glycine.	
0	alanyl-glycyl-glycine.	
0	dialanyl-alanine.	
+	dialanyl-cystine.	
+	alanyl-leucyl-glycine.	
+	leucyl-glycyl-glycine.	
+	leucyl-glycyl-leucine.	
+	leucyl-glycyl-phénylalanine.	
+	leucyl-alanyl-glycine A.	
+	leucyl-alanyl-glycine B.	
+	leucyl-alanyl-alanine A.	
+	leucyl-alanyl-alanine B.	
+	dileucyl-cystine.	
+	leucyl- α -leucyl-phénylalanine.	M = 394
+	phénylalanyl-glycyl-glycine.	
+	asparagyl-alanyl-alanine.	

Tétrapéptides.

0	triglycylglycine.	M = 246
0	leucyl-diglycyl-glycine.	302
0	dileucyl-glycyl-glycine.	358

Pentapéptide.

+	tétraglycylglycine.	M = 303
---	---------------------	---------

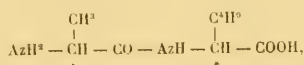
V. — PROPRIÉTÉS DES POLYPEPTIDES.

Après avoir étudié la méthode générale qui permet d'obtenir les polypeptides, on peut se demander quelles sont les propriétés de ces substances. Elles découlent, comme on pouvait s'y

attendre, de celles des acides aminés eux-mêmes. C'est ainsi que les polypeptides sont des corps solides, bien cristallisés, ne fondant qu'à des températures élevées (200°, 250°, et plus). Les polypeptides sont assez facilement solubles dans l'eau, au moins pour ceux qui dérivent des acides supérieurs, car les polypeptides dérivés du glycocole sont moins solubles, à l'exemple du glycocole lui-même. Les polypeptides sont plus ou moins solubles dans l'alcool, peu dans les dissolvants neutres.

Comme les aminoacides simples, les polypeptides jouissent d'une double fonction : basique, se traduisant par la formation des chlorhydrates et autres sels, et acide. C'est à cette deuxième fonction qu'il faut rapporter les éthers, dont nous avons vu la facile préparation, et la propriété qu'ont les polypeptides de se dissoudre dans les alcalis.

Une question intéressante est celle des isoméries d'ordre stéréochimique qui se révèlent dans la famille des peptides. Sauf le glycocole, tous les acides aminés que fournit la décomposition des albuminoïdes, et qui entrent dans l'architecture des peptides, renferment un carbone asymétrique. Les glycyles mis à part, tout peptide à n chaînons renferme donc n carbones asymétriques et doit pouvoir se présenter, d'après les lois générales de la stéréochimie, sous 2^n formes stéréochimiques différentes, racémisables deux à deux. Par exemple, l'alanyl-leucine :



renfermant deux carbones asymétriques, désignés ici par des astérisques, doit se présenter sous les quatre formes dd' et ll' , dl' et ld' , constituant en tout deux paires racémiques.

Et, de fait, les produits que l'on obtient en préparant les dipeptides à l'aide de deux corps synthétiques, c'est-à-dire racémiques, peuvent être quelquefois fractionnés en deux substances différentes A et B, toutes deux inactives. C'est ce qu'on a trouvé dans quelques cas, comme ceux de l'alanyl-leucine, du dipeptide aminobutyrique, de la leucyl-isosérine, etc.

Dans beaucoup de cas, on n'a obtenu qu'un seul produit. On peut admettre, soit que les deux racémiques isomères ne présentent pas assez de différences pour en permettre la facile séparation, soit que les conditions de la synthèse ont favorisé l'un des états d'équilibre au détriment de l'autre.

En revanche, lorsqu'on effectue la synthèse avec des corps optiquement actifs, tels que les aminoacides d'origine biologique, on obtient des peptides actifs, ce qui se conçoit sans peine.

Les peptides, formés par l'union de plusieurs mo-

1. XXXVI, p. 2982, 2993, 1903. 1. XXXVII, p. 2486, 2842, 3062, 3071, 3306, 1575, 1588, 1903. 1. XXXVIII, p. 605, 2375, 2914, 1905, et dans *Liebigs Ann. d. Chem. u. Pharm.*, t. CCCXL, p. 123, 128, 142, 152, 172, 180, 190, 1905.

lécules d'aminoacides qui peuvent être remises en liberté par des processus d'hydratation convenables, ressemblent donc sous ce rapport aux peptones. Les peptides, comme les peptones, précipitent par l'acide phosphotungstique.

Un autre point de rapprochement est l'action de divers peptides ou de leurs dérivés sur certains métaux lourds, le cuivre par exemple. Depuis longtemps, on a remarqué que plusieurs de ces dérivés, la « Biurethase » (éther triglycylglycique) et l'acide γ (benzoylpentaglycylglycine) de Curtius par exemple, donnent, en présence d'un excès d'alcali et d'un sel cuivrique, la coloration rose violacée si employée par les biologistes, sous le nom de « réaction du biuret », pour la recherche des peptones. D'autres exemples sont venus s'ajouter à la liste.

En ce qui concerne la complexité des molécules obtenues, on remarquera que, jusqu'à présent, l'attention des expérimentateurs s'est portée plutôt vers la variété des peptides inférieurs que vers l'allongement des chaînes. C'est ainsi que, pour 36 dipeptides et 49 tripeptides relevés dans le tableau précédent, nous ne trouvons que 4 tétra-peptides et 1 seul pentapeptide. Encore est-ce le pentapeptide glycique pur.

Cependant, son poids moléculaire est déjà 303, bien qu'il n'entre dans sa structure que l'acide aminé le plus simple. L'emploi de termes plus élevés dans la série des acides aminés conduit, bien entendu, à des molécules plus lourdes. C'est ainsi qu'un tétra-peptide comme la dilucyl-glycyl-glycine pèse 358, un simple tripeptide comme la leucyl-leucyl-phénylalanine pèse 391, et que nous trouvons même un dipeptide, la phénylalaninyl-phénylalanine, du poids de 312. Le pentapeptide leucique, par exemple, pèserait 583. Or, si nous ne sommes pas définitivement fixés sur le poids moléculaire des peptones, mélanges complexes qu'il est difficile de définir par des données numériques, les renseignements les plus plausibles que nous possédions conduisent à fixer entre 600 et 250 les poids moléculaires de ces composés. Le poids moléculaire des peptides les plus élevés concorde avec celui des peptones inférieures.

Une question des plus importantes au point de vue biologique est l'action des diastases protéolytiques sur les peptides. Dès 1903, Fischer et Bergell¹ avaient constaté que les dérivés carbéthoxy- et β -naphthalènesulfo- de la glycyltyrosine et de la glycylleucine sont dédoublés par la trypsine. Il était même très remarquable de voir que les dérivés de la glycylleucine, préparés à l'aide de

la leucine synthétique, et par suite racémiques, sont attaqués asymétriquement, c'est-à-dire que l'un des isomères est détruit par la trypsine, tandis que l'autre est respecté.

E. Fischer¹, avec l'aide de P. Bergell² et de E. Abderhalden³, a repris ces expériences sur un grand nombre de peptides, en employant le suc pancréatique frais obtenu du chien par le procédé de Pawlow. Certains peptides sont attaqués, d'autres restent insensibles; chez les racémiques, en général l'un des isomères est détruit, laissant l'autre isomère optiquement actif; il y a là un moyen d'obtenir des corps actifs, et même d'établir des constitutions. Les peptides soumis jusqu'à ce jour à l'action du suc pancréatique ont été indiqués dans le tableau ci-dessus (pages 127 et 128). Les peptides marqués du signe + sont les corps actifs attaquables par le suc; ceux marqués du signe - sont des racémiques dont une moitié est attaquée; enfin, ceux marqués du signe 0 ne sont pas touchés par le ferment.

Sur les autres, nous manquons encore de renseignements; mais E. Fischer et E. Abderhalden ont l'intention de poursuivre ces expériences, dont l'intérêt sera considérable en ce qui touche à la structure des albuminoïdes naturels.

Cinq dipeptides, la glycyl-L-tyrosine, la dialanylecystine, la leucylalanine, la leucylglycine, la leucylleucine, ont été soumis à l'action du suc gastrique (procédé Pawlow): tous ont résisté (Fischer et Abderhalden⁴).

Des recherches ont été entreprises par E. Abderhalden avec ses collaborateurs P. Rona⁵ et Fr. Samuely⁶ au sujet de la façon dont se comportent les dipeptides introduits dans l'organisme: leurs résultats ne pourront manquer d'être fort intéressants lorsqu'ils seront en nombre suffisant pour permettre d'en dégager les lois.

Il est, enfin, un point de vue tout particulier sous lequel les peptides ont été comparés aux peptones. On sait depuis longtemps que « la peptone » injectée aux animaux exerce une action dépressive sur la pression sanguine; mais on s'est aperçu que cette action doit être attribuée surtout aux albumoses primaires, et qu'elle s'efface à mesure que la protéolyse progresse. Les produits de décompo-

¹ E. FISCHER: *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 2488, 1904.

² E. FISCHER et P. BERGELL: *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 3103, 1904.

³ E. FISCHER et E. ABDERHALDEN: *Z. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 52, 1905.

⁴ E. FISCHER et E. ABDERHALDEN: *Z. physiol. Ch.*, t. XLVI, p. 52, 1905.

⁵ E. ABDERHALDEN et P. RONA: *Z. physiol. Ch.*, t. XLVI, p. 476, 1905.

⁶ E. ABDERHALDEN et FR. SAMUELY: *Z. physiol. Ch.*, t. XLVI, p. 187, 1905.

¹ E. FISCHER et P. BERGELL: *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2592, 1903.

sition cristallisés ont complètement perdu cette propriété. Or, Halliburton¹, étudiant à ce point de vue la leucylleucine, la leucylglycine, la leucyl-asparagine et l'alanylleucylglycine, n'a obtenu que des résultats nuls. La combinaison des groupes moléculaires qui fait apparaître l'action des peptones doit donc être plus compliquée que celle des tripeptides.

En présence de ces faits, jusqu'à quelles limites faut-il admettre l'analogie des peptides et des peptones? Devons-nous considérer les peptides comme les premiers représentants synthétiques et purs de la grande famille dont les peptones naturelles ne seraient que des mélanges d'individus variés? Il nous semble prématuré de répondre par l'affirmative à cette question. Mais il n'en est pas moins vrai que les recherches de Curtius et de Fischer ont ouvert une voie nouvelle et qu'elles autorisent la Chimie biologique à concevoir de hautes espérances.

Nous donneront-elles un jour la clef de la structure des matières protéiques? Ceci est plus délicat à prévoir. Car l'idée qui a servi de guide à la syn-

thèse des peptides, implicitement tout au moins, c'est que les groupes atomiques des aminoacides existaient préformés dans la molécule protéique, et qu'il suffirait de les détacher les uns des autres par l'hydrolyse. Mais nous n'en avons point la certitude. Récemment encore, O. Low² remarquait que la caséine fournit 29 % d'acide glutamique lorsqu'on l'hydrolyse par $\text{HCl} + \text{SnCl}_2$, 10 %, si on emploie HCl , et 1,8 % seulement par l'acide sulfurique.

D'autres arguments jettent le doute sur la question de savoir si les produits du dédoublement chlorhydrique sont vraiment préformés dans les corps protéiques; mais leur examen nous entraînerait trop loin. Notre seul but est ici, en rappelant combien est encore mystérieuse la structure si complexe des systèmes « vivants », de mettre le lecteur en garde contre des généralisations trop hâtives qui n'étaient pas, je pense, dans l'esprit de ceux dont les remarquables travaux ont abouti à la synthèse des polypeptides³.

D^r L.-C. Maillard,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

LA NOTION D'ESPACE

ET LES CONDITIONS PHYSIOLOGIQUES NÉCESSAIRES A SA FORMATION DANS L'ESPRIT

Dans le langage ordinaire, on distingue l'espace *tactile*, l'espace *visuel*, qui, d'ailleurs, se confondent.

On ne parle jamais d'espace *auditif*, *olfactif*, *sapide*.

Pourquoi?

Pour répondre à cette question, il convient de rechercher :

1^o Si les organes du toucher et de la vue présentent des particularités dont les organes des autres sens seraient dépourvus;

2^o Comment, de ces particularités, peut naître, dans notre esprit, la notion de l'espace.

I. — LE SENS DU TOUCHER.

Supposons un être doué du seul sens du toucher et voyons comment la notion d'espace peut se former dans son esprit.

L'organe du toucher est la peau et, spécialement, la main et la langue. La particularité caractéristique

de cet organe, c'est que la surface en est constituée par un nombre invariable d'éléments tactiles tels qu'un nombre quelconque de pointes appuyées sur un seul élément y déterminent une sensation *unique*. Ces sensations spéciales peuvent être dites égales entre elles comme *minima* d'une même fonction. Elles sont donc susceptibles d'addition et de mesure; ce sont de véritables *quantités*. De plus, l'homme a ce qu'on appelle la sensation musculaire, c'est-à-dire la conscience d'un changement qui s'opère dans l'état de ses muscles, sans pouvoir d'ailleurs évaluer en aucune manière l'intensité variable ou même la direction exacte de l'effort qu'il exerce.

Enfin, les nerfs tactiles donnent la sensation du froid, du chaud, fournissent des sensations agréables ou douloureuses, et d'innombrables autres du même genre, mais moins caractérisées; ces sensations peuvent présenter des intensités diffé-

¹ O. LOWE : *Chem. Ztg.*, t. XXIX, p. 604, 1905.

² W.-D. HALLIBURTON : *Journ. of Physiol.*, t. XXXII, p. 174, 1905.

³ Conférence faite au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne, sous la présidence de M. Muller, le 23 novembre 1905.

rentes, mais ne sont en aucune manière susceptibles d'être mesurées.

Étudions d'abord les sensations qui résultent d'un contact entre deux parties de notre propre corps, d'un doigt de la main droite, par exemple, appuyant sur le doigt correspondant de la main gauche. Dans ces conditions, nous avons conscience d'une action exercée par le doigt de la main droite, à laquelle répond une réaction correspondante de la part de l'autre doigt. L'intensité peut varier; mais, dans le cas de l'équilibre, l'action est égale à la réaction et nous avons conscience de l'une et de l'autre. Supposons qu'on modifie la position des deux doigts, de façon qu'un seul élément tactile de l'un corresponde à un seul élément tactile de l'autre. En négligeant l'intensité, il est évident, d'après ce qui précède, qu'au-dessous de cette sensation commune il n'y a plus rien. Cette sensation commune est donc *indivisible*. C'est ce que le langage ordinaire exprime en disant que nous n'avons plus que la sensation d'un *point* de notre propre corps. Retirons le doigt de la main gauche; il peut arriver qu'après avoir éprouvé certaines sensations musculaires, l'élément tactile de notre doigt de la main droite retrouve une résistance absolument de même nature que la précédente, l'intensité de cette résistance pouvant être variable. Nous dirons alors que notre doigt a rencontré un *point* du monde extérieur, c'est-à-dire un obstacle de même nature que, tout à l'heure, notre doigt de la main gauche, nous fournissant comme lui une sensation *indivisible*, au-dessous de laquelle il n'y a plus rien.

En faisant varier de nouveau nos sensations musculaires, nous pouvons retrouver encore de nouvelles sensations *indivisibles*, que nous ne pouvons distinguer que par les sensations musculaires à la suite desquelles elles ont pris naissance. Nous arrivons ainsi à la notion d'une pluralité de *points* du monde extérieur coexistant à ce que nous appellerons des *distances* variables, la variation des sensations musculaires nous donnant l'idée de ce que nous appellerons un *déplacement* de notre doigt.

De cette expérience, il résulte plusieurs conséquences intéressantes :

a) Les *points* du monde extérieur dont nous pouvons avoir conscience par le toucher sont de même nature que les *points* de notre propre corps, au point de vue de l'action et de la réaction qui s'exercent entre eux;

b) La notion du *point* du monde extérieur correspond au contact d'un de nos éléments tactiles. Ce *point* est indivisible, mais dans notre esprit seulement, puisque, si l'on supposait un élément tactile plus petit, nous pourrions avoir plusieurs sensations au lieu d'une;

c) Considérons deux points correspondant aux sensations fournies par deux éléments tactiles contigus. Ces deux points se distingueront l'un de l'autre, mais ils sont à la limite de la distance où cette distinction est possible. En effet, pour une distance moindre que celle de deux éléments tactiles contigus, de deux choses l'une : ou les deux excitations s'exerceraient à la fois sur l'un des deux éléments, et la sensation serait unique; ou elles s'exerceraient chacune sur un élément particulier, et, dans ce cas, on ne pourrait distinguer s'il s'agit de deux points ou d'un seul situé à l'intersection des deux éléments. Il résulte de là que, si l'on suppose l'excitation extérieure agissant successivement sur une série d'éléments tactiles deux à deux contigus, on aura une sensation *continue*, représentée par une série de *points* qu'on peut qualifier de *contigus*, et à laquelle on a donné le nom de *ligne*. C'est là une notion nouvelle venant s'ajouter à la notion de *point*. Par analogie, on peut concevoir des lignes *contigües* formant des surfaces; des surfaces *contigües* formant des volumes. Ces différentes notions impliquent le déplacement relatif du doigt ou de l'excitation extérieure;

d) Ces points, lignes, surfaces ou volumes peuvent nous opposer des résistances très différentes, nous donner l'impression du froid, du chaud, de l'humide, mais ces différentes particularités n'altèrent en rien l'essence des sensations *indivisibles* d'où elles procèdent.

Nous acquérons ainsi la notion générale qu'il existe, en dehors de nous, des corps de même nature que le nôtre et que nous appelons des corps *solides*. Mais ces corps ne sont pas contigus entre eux. En variant nos sensations musculaires, nous pouvons cesser d'éprouver une sensation tactile quelconque. Nous arrivons ainsi, en généralisant, à la notion de *quelque chose* comme la possibilité de la coexistence d'un nombre quelconque de corps semblables au nôtre, une sorte de *lieu géométrique* présentant des lacunes qui peuvent être comblées, en totalité ou en partie, par d'autres corps.

Ce *quelque chose* est proprement *l'espace*.

REMARQUES. — I. Le point, tel qu'il a été défini plus haut, présente une analogie saisissante avec ce que la Mécanique rationnelle appelle un *point matériel*, c'est-à-dire un corps dont les dimensions sont assez petites pour que, dans le mouvement, les trajectoires de toutes ses parties se confondent, mais qui peut varier par l'action qu'il exerce et par les sensations diverses qu'il détermine en nous.

II. Ce point serait donc l'élément constitutif, primordial, des corps, des volumes, des surfaces, des lignes. C'était là la doctrine des Pythagoriciens, avec cette différence essentielle que ces philosophes

objectivaient la notion du point, et en faisaient à priori un élément du monde extérieur. En quoi, ils s'engageaient dans un dédale de difficultés logiques insurmontables. Il était impossible de comprendre, en effet, par exemple, comment une somme quelconque de points, de nulle étendue chacun, pouvait former une ligne de longueur finie; comment deux points pouvaient être contigus sans se confondre.

Il faut reconnaître, d'ailleurs, qu'en objectivant la notion du point, les Pythagoriciens ne faisaient que se conformer à un procédé général qui veut que nous attribuions aux objets extérieurs les qualités de nos propres sensations.

II. — LE SENS DE LA VUE

L'organe essentiel de la vue est la rétine, membrane nerveuse, qui forme le fond de l'œil. Elle est constituée par des éléments dits *rétiniens*, de très petites dimensions ($0^{\text{mm}},003$ environ), et tels qu'un nombre quelconque de points lumineux venant faire leur image sur le même élément ne donnent lieu qu'à une sensation lumineuse *unique*. Ces éléments ne sont impressionnés que par les vibrations de l'éther comprises entre certaines limites (entre les ondes de 800 et 200 millièmes de millimètre). Les vibrations les plus lentes donnent la sensation du *rouge*, les plus rapides celle du *violet*. Au-dessus et au-dessous de ces limites, la rétine ne donne plus aucune sensation.

Elle présente cette particularité que toute action, de quelque nature qu'elle soit, mécanique, électrique, calorifique, etc., exercée sur cette membrane, donne une sensation lumineuse.

Cette propriété s'appelle *énergie spécifique* de la rétine.

Quant à l'intensité, à la force vive de ces diverses vibrations, ce qui correspondrait à la résistance que le monde extérieur oppose aux actions du toucher, l'œil n'accuse rien de semblable. On peut faire pour les éléments rétiniens le même raisonnement que pour deux éléments tactiles, et admettre que les images de points lumineux tombant sur une série d'éléments rétiniens *contigus* donnent lieu à l'image d'une ligne continue.

Bien que la question ne soit pas encore complètement élucidée, on admet que chaque élément est constitué de façon à donner la sensation des diverses couleurs par le moyen des trois systèmes de fibres imaginés par Yung.

Il paraît résulter de ce qui précède qu'un homme doué du sens de la vue, mais privé du sens du toucher, n'aurait aucun moyen de constater l'existence du monde extérieur, et ne pourrait acquérir à aucun degré la notion d'espace.

III. — LA VUE ET LE TOUCHER.

Supposons-lui, au contraire, le sens du toucher accompagné du sens de la vue; nous allons voir que la notion d'espace sera singulièrement agrandie, complétée par le concours de ces deux groupes de sensations.

Notons d'abord que le sens du toucher et les expériences qu'il comporte sont nécessairement antérieurs au sens visuel.

En effet, Muller a fort justement remarqué que le sens du toucher est le premier de tous qui entre en conflit actif avec le monde extérieur. « Supposons, dit-il (*Physiologie du Système nerveux*), un être humain qui, sans avoir jamais éprouvé une seule sensation visuelle, — l'enfant dans la matrice, par exemple, — n'ait eu que de simples sensations tactiles dues à des impressions faites du dehors sur son corps; la première idée vague et confuse ne pourra être que celle du *moi* modifiable, par opposition avec quelque chose qui le modifie. La matrice, qui oblige l'enfant à garder une situation déterminée, et qui provoque en lui des sensations, est, à cette époque, la cause immédiate de la conscience qu'il acquiert de cette opposition, et de deux manières. D'abord l'enfant est maître des mouvements de ses membres, qu'il sent comme des instruments soumis à son *moi*; au contraire, il n'est pas maître de la résistance que lui oppose son entourage, et cette résistance lui inspire l'idée d'un extérieur absolu. En second lieu, les sensations diffèrent suivant que deux parties de son corps se touchent l'une l'autre, ou suivant qu'une partie de son corps perçoit seulement la résistance du dehors. »

L'enfant vient au monde et ses yeux s'ouvrent. Il a déjà, d'après ce qui précède, une notion à la fois du monde extérieur et de son propre corps, s'opposant l'un à l'autre.

Dès les premiers temps, par des expériences répétées, il peut constater que tous les *points* (définis comme dessus) de son propre corps donnent lieu à des sensations lumineuses correspondantes; il en est de même des *lignes*, des *surfaces*, des *volumes* du monde extérieur qui lui sont révélés par le toucher. Par les mouvements de l'œil, il peut s'assurer qu'il y a proportion entre l'étendue tactile et l'étendue visuelle des objets qu'il peut à la fois toucher et voir. Le fait s'explique de la même manière dans les deux cas. En effet, comme il a été dit plus haut, dans la vision comme dans le toucher, il y a une somme constante de sensations *sui generis* indivisibles.

Dans son investigation, l'enfant est conduit à voir des objets trop éloignés pour qu'il puisse les toucher de la main; il s'en rapproche et vérifie

leur correspondance. Enfin, il arrive à des points ou corps visuels absolument inaccessibles, soit terrestres, soit célestes. Dans ce cas, l'homme, plus avancé, fait des expériences indirectes, qui confirment toujours l'identité de l'*athas* visuel avec l'*athas* tactile, pour employer une heureuse expression de Taine. C'est ainsi qu'il arrive à calculer les forces, les masses des astres, c'est-à-dire, en définitive, les sensations qu'ils détermineraient dans le toucher si l'on pouvait s'en approcher suffisamment.

Il prend conscience aussi par la vue des objets en mouvement permanent, d'un fleuve, de la flamme, etc., objets que le toucher ne saurait lui révéler.

Il faut bien remarquer, cependant, que, si les sensations visuelles viennent bientôt confirmer, en les complétant, les notions fournies par les sensations tactiles, elles présentent sur ces dernières une infériorité essentielle et caractéristique. Elles ne donnent qu'indirectement et imparfaitement la notion de la dimension des corps perpendiculaire à la rétine. Le déplacement latéral des objets (ou le déplacement correspondant de l'œil) peut être mesuré au moyen des éléments rétinien. Le déplacement dans la direction normale à l'œil, au contraire, n'est accusé que par la variation de l'accommodation, et, dans le cas de la vue binoculaire, de la convergence des axes des deux yeux; mais ces variations n'ont aucun caractère précis, mesurable, et il faut recourir à de nombreuses expériences, à des raisonnements multipliés pour arriver à la notion de la troisième dimension¹. Aussi est-il admis par tous les auteurs que l'espace visuel proprement dit n'a que deux dimensions.

En résumé :

1^o Le sens du toucher donne la notion de l'espace à trois dimensions, au moyen d'éléments tactiles fournissant des sensations *indivisibles*, égales, mesurables entre elles, qu'on pourrait appeler *idiométriques*; par la sensation de résistance, il donne la preuve de l'existence du monde extérieur;

2^o Le sens de la vue donne, avec le concours du sens du toucher, la notion d'un espace à deux dimensions (l'espace tactile dont on retrancherait la troisième dimension), grâce à des éléments rétinien fournissant chacun des sensations lumineuses *indivisibles*, égales, mesurables, *idiométriques*. Ces deux dimensions correspondent à deux diamètres perpendiculaires entre eux de l'élément rétinien;

3^o L'ouïe, l'odorat, le goût, qui ne fournissent ni

les uns, ni les autres, de sensations *indivisibles*, ne donnent pas la notion de l'espace.

Il paraît donc permis de conclure que les sensations indivisibles jouent un grand rôle dans la formation de la notion d'espace.

IV. — LE SENS DE L'OÛIE.

Cette conclusion prendrait un caractère de grande probabilité si, poussant plus loin l'investigation, nous voyions, dans un ordre d'idées tout à fait différent, la notion d'espace reparaître avec l'*idiométrie* des sensations.

Il a été constaté plus haut que le sens de l'ouïe était absolument impropre à nous fournir aucune donnée précise sur l'étendue et la situation des objets extérieurs, producteurs du bruit ou du son. Au point de vue subjectif, certaines sensations auditives, celles qu'on appelle *sensations musicales*, sont universellement considérées par tous les peuples connus comme disposées sur une sorte d'*échelle*, de *ligne*, de *gamme*. Le langage des différentes nations fournit à cet égard des indications remarquablement concordantes. En grec, en latin, en français, en italien, en allemand, en anglais, etc., les sons *montent* et *descendent*, comme s'ils parcouraient une ligne droite verticale. Ils sont séparés les uns des autres par des *intervalles* susceptibles d'être divisés, subdivisés, reportés à la suite les uns des autres, exactement comme les portées d'une même ligne.

« Le caractère essentiel de l'espace, dit Helmholtz (*Théorie physiologique de la musique*), est qu'en chacun de ses points des figures matérielles égales puissent trouver place et exécuter des mouvements égaux à partir de ce point. Tout ce qui peut se passer dans une portion de l'espace peut se passer aussi de la même manière dans toute autre portion et être perçu de la même façon par les organes de nos sens.

« C'est précisément ce qui a lieu dans la gamme: toute phrase mélodique, tout accord exécuté à une hauteur quelconque peut être reproduit à une autre hauteur quelconque, de façon à nous donner immédiatement et instantanément la sensation des traits caractéristiques de leur identité.

« D'autre part, des voix différentes qui chantent la même phrase ou des phrases différentes peuvent se juxtaposer simultanément dans l'étendue de la gamme, comme deux corps dans l'espace, et sans que leurs sensations respectives soient altérées, au moins si elles forment une consonnance aux temps accentués de la mesure. Il y a là, en essence, entre la gamme et l'espace, une similitude si grande que la variation de hauteur, — ce que nous appelons au figuré le *mouvement* de la voix en haut et en bas, —

¹ HELMHOLTZ : *Optique physiologique*, p. 790; et MÜLLER : *loc. cit.*

présente une ressemblance frappante et facilement appréciable avec le mouvement dans l'espace. »

Or il existe, dans les sensations musicales, des sensations *simples, indivisibles*, susceptibles de former des groupes *définis, constants*, séparés par des intervalles égaux, des sensations *idionétriques*.

La sensation d'un son de violon, de flûte, de trompette, etc., est un agrégat de sensations *simples, élémentaires*, correspondant aux harmoniques.

Supposons un son de flûte que nous représenterons par UT_1 ; il se compose de deux sons élémentaires, savoir :

$$\left. \begin{array}{l} ut_1, \text{ premier harmonique} \\ ut_2, \text{ second harmonique} \end{array} \right\} UT_1.$$

Prenons le son de flûte à l'octave UT_2 , formé de :

$$\left. \begin{array}{l} ut_2, \text{ premier harmonique} \\ ut_4, \text{ second harmonique} \end{array} \right\} UT_2.$$

La première sensation élémentaire de UT_2 coïncide avec la seconde de UT_1 . L'intervalle entre ut_1 et ut_2 est égal à l'intervalle entre ut_1 et ut_2 . Nous avons donc entre ut_1 et ut_2 la sensation d'un intervalle *double* du premier.

Dans cette manière de voir, des sons rigoureusement *simples* ne devraient point se présenter à nous comme formant une gamme ou échelle. Ce moyen de confirmation nous échappe parce que tous les sons musicaux sont riches en harmoniques, et qu'il faut avoir recours à des artifices tout particuliers pour s'en débarrasser. D'ailleurs, d'après la construction de l'oreille, des sons même objectivement simples y déterminent toujours la production d'harmoniques, à moins de présenter une très faible intensité. Remarquons toutefois que, surtout dans les régions graves, il est très difficile d'apprécier exactement les intervalles qui séparent les sons simples.

On peut constater aussi que, dans la voix parlée, qui procède par intervalles beaucoup plus petits que les intervalles musicaux, où le timbre (c'est-à-dire le groupement des harmoniques) varie à chaque instant avec la voyelle, la notion d'espace est infiniment moins nette, si même elle existe¹.

V. — CONCLUSIONS.

Ainsi :

1. La notion de l'existence d'un monde extérieur, mais homogène à nous, commensurable avec notre

propre corps, nous est fournie *uniquement* par le sens du toucher, grâce à la sensation de résistance extérieure.

II. La notion d'espace nous est fournie par le sens du toucher, agissant seul, et complétée par le sens de la vue. Elle résulte de la notion de *points*, empruntée à des sensations tactiles ou visuelles se correspondant entre elles, mais *indivisibles*, dont la combinaison forme les *lignes*, les *surfaces*, les *volumes*.

III. Il n'existe pas, au point de vue du monde extérieur, de sensations indivisibles auditives, olfactives, sapides. Ni l'ouïe, ni l'odorat, ni le goût ne peuvent donner la notion de l'espace.

IV. Dans l'ordre des sensations musicales, il existe des sensations simples, indivisibles, pouvant s'ajouter, formant des *quantités*. Les distances des sons musicaux sont mesurées avec une très grande précision. Il se forme alors, dans l'esprit, la notion d'un espace purement idéal, subjectif, à une seule dimension.

V. Il s'ensuit que l'idée d'espace résulterait, non du caractère spécial de telle ou telle sensation, mais de la *possibilité* de la comparaison, de la mesure de sensations *indivisibles*, quelle qu'en soit la nature.

VI. L'idée de l'espace serait donc une idée purement subjective, correspondant à une propriété particulière de notre esprit opérant sur des sensations *indivisibles* et *mesurables*.

VII. Toutes les fois qu'elle prendrait naissance, l'idée de l'espace s'imposerait à notre entendement d'une manière invincible; c'est une idée *nécessaire*, parce qu'il nous est impossible de supprimer nos sensations indivisibles. Nous ne pouvons modifier, par la volonté ou l'habitude, la nature propre de nos sensations; nous ne pouvons faire qu'il n'y ait pas des sensations tactiles, visuelles et musicales indivisibles; nous ne pouvons faire qu'il y en ait d'auditives, d'olfactives et de sapides. L'idée d'espace nous est donc imposée par une fatalité de notre organisme sensoriel, et rien ne saurait la détruire en nous.

Cette théorie ne paraît pas inconciliable avec celle de Kant, d'après laquelle l'espace correspondrait, non à une réalité extérieure, mais à la forme même de notre entendement; il faudrait seulement ajouter « à la forme de notre entendement » la possibilité de *mesurer* certaines réactions physiologiques du *sensorium*, ce qui pourrait se formuler ainsi :

Ex mensurâ in sensu, spatium concipitur in intellectu.

Georges Guéroult.

¹ A noter aussi que la notion d'espace musical s'aneantit dans la région supérieure, à partir du moment où les harmoniques dépassent la flûte supérieure des sons perçutiles.

LA PLASMOTHÉRAPIE

Les méthodes qui empruntent leur activité thérapeutique aux tissus et aux organes des animaux normaux ou immunisés sont extrêmement nombreuses. L'étude historique complète de ces procédés comporterait des développements considérables, qui ne sauraient trouver leur place ici. Il importe, cependant, de faire ressortir les particularités qui les distinguent de la méthode nouvelle à laquelle nous avons donné le nom de *Plasmothérapie* et qui utilise le protoplasma cellulaire à l'état de pureté aussi parfait que possible.

Les produits organiques d'origine animale qui sont employés dans un but thérapeutique sont administrés en général soit par la voie gastrique, soit en injections sous-cutanées, intra-vasculaires ou intra-péritonéales. La voie gastrique présente le grave inconvénient de déterminer la désintégration de la plupart des substances diastasiques qui constituent l'élément actif des extraits organiques. L'hydratation et la transformation de la diastase dans le tube digestif ne semblent cependant pas un fait absolu. N'y a-t-il pas, en effet, dans la zomothérapie autre chose que la suralimentation? L'ingestion de macération de rein de porc chez les brightiques et d'extrait de glande thyroïde ne détermine-t-elle pas des phénomènes qui peuvent être considérés comme résultant d'actions diastasiques? Quoi qu'il en soit, ce sont là des exceptions, et l'on peut dire, d'une façon générale, que la voie gastrique ne permet pas d'introduire, dans l'organisme, les produits cellulaires, sans les modifier profondément et sans leur faire perdre leur activité.

On se trouve donc dans l'obligation d'introduire directement sous la peau, dans les muscles, dans le système vasculaire ou dans les séreuses, les substances diastasiques auxquelles on peut attribuer un rôle thérapeutique. Or, il n'est possible de recourir à ce mode d'administration que si l'on emploie des extraits organiques parfaitement purs, aseptiques, dépourvus de débris cellulaires et d'éléments figurés. Lorsque Denis, Blondell, Dillenbach et Magendie, Oré et Hayem, ont voulu réaliser la transfusion du sang, ils ont rencontré des difficultés nombreuses et ont constaté des accidents graves, dus principalement à l'introduction dans les vaisseaux de stromas globulaires.

Quand Brown-Séquard rénova la méthode opothérapique, de nombreux expérimentateurs tentèrent de préparer des extraits aqueux glycéринés d'organes divers, destinés à être injectés. Mais, étant données la fragilité des substances organiques

auxquelles ces extraits doivent leurs propriétés, et la difficulté — pour ne pas dire l'impossibilité — de les filtrer à la bougie, ces préparations ne peuvent être obtenues pratiquement, avec toutes garanties d'innocuité, par les procédés préconisés jusqu'ici. La plupart du temps, on livre sous le nom d'extraits organiques des produits non filtrés à la bougie, fortement glycéринés ou qui ne doivent leur conservation qu'à la présence d'antiseptiques. Ces difficultés d'obtention ont été certainement très préjudiciables au développement de l'opothérapique.

Si nous exceptons le traitement antirabique institué par Pasteur, et qui constitue un procédé tout spécial, nous voyons qu'il ne subsiste guère, comme méthode thérapeutique générale basée sur l'utilisation de produits d'origine cellulaire, que la *sérothérapie*.

Le sérum d'animaux normaux ou immunisés doit vraisemblablement ses propriétés aux cellules qu'il est chargé de véhiculer. Les éléments actifs, diastases, anticorps, spécifiques ou non spécifiques, qu'il renferme sont d'origine cellulaire.

Lorsqu'on injecte à un animal, avec les précautions d'usage, de la toxine tétanique et que l'on parvient à l'immuniser contre cette toxine, si l'on trouve dans le sérum une substance anti-toxique, capable de neutraliser le poison microbien, il y a lieu de croire que ce n'est pas le sérum qui a élaboré cet anticorps, mais bien le protoplasma cellulaire, seul capable d'engendrer des diastases.

Telle est, du moins, l'opinion admise actuellement et qui s'appuie sur de nombreux travaux. Pour n'en citer que quelques-uns, nous rappellerons ceux de Metchnikoff¹ et de ses élèves, notamment Cantacuzene², qui, recherchant l'explication du « phénomène de Pfeiffer », l'attribuèrent à une substance bactéricide issue des leucocytes, morts ou avariés pendant la phagolyse. Bordet³ a montré le rôle primordial des cellules dans la défense organique en admettant que celles-ci communiquent au sérum des propriétés bactéricides principalement par la substance fixatrice qu'elles sécrètent et qui se diffuse dans le milieu liquide. Les derniers travaux d'Ehrlich⁴ et de Metchnikoff⁵ ont établi que l'organisme est à même d'élaborer, soit primitivement, soit

¹ METCHNIKOFF : *Annales de l'Institut Pasteur*, juin 1895.

² CANTACUZENE : *Annales de l'Institut Pasteur*, avril 1898.

³ BORDET : Mode d'action des sérums preventifs. *Ann. de l'Inst. Pasteur*, avril 1896.

⁴ XIII^e Congrès international de Médecine, août 1900.

⁵ METCHNIKOFF : L'immunité dans les maladies infectieuses, Paris, 1901.

sous l'influence d'un traitement, certaines substances antagonistes des microbes et des toxines microbiennes.

Ces substances sont des ferments ou diastases. Les principales d'entre elles sont :

1° Les diastases protectrices, d'origine leucocytaire (Bordet, Buchner, Denys), les cytases, alexines ou compléments (Metchnikoff, Ehrlich), élaborées par les phagocytes et diffusées dans le sérum dans des circonstances exceptionnelles seulement ;

2° Les diastases développées par immunisation artificielle (sensibilisatrice, phagocytase ou substance préventive), encore élaborées par les cellules phagocytaires (Deutsch-Pfeiffer) et diffusées secondairement dans les humeurs.

Metchnikoff exprime ainsi son opinion sur le rôle des éléments cellulaires : « Les propriétés humorales ne représentent qu'une certaine fraction dans l'ensemble des phénomènes de l'immunité, cette dernière étant dominée par des propriétés cellulaires. »

Le lieu de production des anticorps est donc le protoplasma. C'est le protoplasma qui semble jouer le rôle important dans la défense de l'organisme. Il était donc rationnel de rechercher dans ce protoplasma les substances actives que l'on a jusqu'ici trouvées quelquefois dans le sérum.

Il y avait lieu de supposer que, puisées directement dans leur lieu de production, ces anti-toxines doivent être plus efficaces, tout au moins dans un certain nombre de cas, lorsque l'immunisation ne permet pas l'application de la sérothérapie. Ces considérations ont été la base de la méthode *plasmotherapique* que nous avons instituée et qui emprunte ses agents et ses moyens thérapeutiques au protoplasma cellulaire.

On peut se demander pour quel motif cette conception de la *plasmotherapique*, qui semble aussi simple que rationnelle, n'a pas retenu l'attention des biologistes.

Nous trouvons la réponse à cette question dans les difficultés d'extraction du protoplasma cellulaire. Aucun procédé décrit jusqu'ici ne permet d'isoler facilement, en grande quantité, et de conserver ce protoplasma à l'état de pureté. Il fallait être, *a priori*, convaincu de l'importance du rôle que peut jouer la substance cytoplasmique pour s'appliquer à rechercher les moyens délicats et complexes qui doivent être mis en œuvre dans l'extraction de cette substance. Nous n'avons pu atteindre ce but qu'en construisant des appareils spéciaux dont il sera question un peu plus loin.

Notre étude a porté tout d'abord sur la *plasmotherapie sanguine*, et nous avons donné le nom d'*hémoplase* à l'extrait protoplasmique des cellules du sang.

I. — PRÉPARATION DE L'HÉMOPLASE NORMALE¹.

Le sang recueilli par saignée est immédiatement mélangé à un liquide isotonique, afin d'éviter tout passage dans le sérum de substances actives des cellules et de conserver celles-ci intactes. Le mélange est fait dans la proportion de 1 litre de sang pour 20 litres de liquide, et, à cette dilution, la coagulation ne peut s'effectuer. Ce mélange est soumis à une centrifugation énergique, à l'aide d'un centrifugeur dans lequel la vitesse tangentielle est d'environ 100 mètres à la seconde. Après décantation du liquide qui surnage, la masse globulaire est recueillie, puis lavée plusieurs fois dans le liquide isotonique. La masse ayant été ramenée au volume primitif du sang mis en œuvre par addition d'eau distillée, on la soumet à plusieurs congélations brusques et successives, suivies de réchauffements à 35°, qui ont pour effet de briser les enveloppes des éléments cellulaires et de mettre en liberté les substances contenues dans le protoplasma.

La partie délicate de cette préparation consiste à se débarrasser des débris de cellules. On procède, pour cela, à une nouvelle centrifugation dans laquelle la vitesse tangentielle de l'appareil doit atteindre au moins de 160 à 175 mètres à la seconde².

Le liquide, décanté soigneusement, est rendu isotonique par addition de chlorure de sodium, puis filtré à la bougie et conservé dans des flacons stérilisés.

Ces opérations s'effectuent, bien entendu, avec toutes les précautions de l'asepsie la plus rigoureuse ; on s'assure, d'ailleurs, qu'aucune faute n'a été commise au cours des opérations indiquées, en portant les flacons à l'écluse à 30°, pendant quarante-huit heures au moins. On peut constater qu'ils conservent leur parfaite limpidité.

II. — PROPRIÉTÉS DE L'HÉMOPLASE.

Ainsi préparée, l'hémoplase se présente sous forme d'un liquide rutilant qui se conserve pendant fort longtemps ; un an après sa préparation, elle ne donne ni précipité, ni dépôt, et sa couleur n'a pas subi de changement notable. On la conserve commodément dans des ampoules scellées d'une contenance de 10 centimètres cubes.

L'hémoplase placée dans le vide perd rapidement l'oxygène fixé par l'hémoglobine et prend une

¹ *Comptes rendus*, 1904, p. 112.

² Afin d'obtenir la vitesse de 160 à 175 mètres à la seconde, nécessaire pour la centrifugation, nous avons dû faire construire un centrifugeur spécial, dont la description nous entraînerait trop loin.

teinte violet noir. Dès qu'elle est agitée à l'air, elle se réoxyde et redevient rouge. Elle possède des propriétés oxydasiques très marquées, et qui peuvent être mises en évidence par la teinture de gaïac, les solutions de guaiacol, de paraphénylène-diamine, de pyrogallol et d'hydroquinone.

Nous avons préparé des extraits protoplasmiques avec du sang de divers animaux, et plus spécialement de l'âne et du mouton. Ces produits n'ont qu'une toxicité très limitée.

En injections intra-veineuses dans la veine marginale de l'oreille, chez le lapin, on a pu administrer d'une manière presque constante jusqu'à 250 et 300 centimètres cubes d'hémoplasme, sans amener la mort de l'animal. On ne constate, au cours des injections, aucun phénomène toxique. La circulation et la respiration ne semblent pas influencées, même par des doses massives d'extrait; seule, la température s'abaisse peu à peu, plutôt par suite de l'immobilisation de l'animal en expérience que par l'action propre du produit.

Dans quelques cas où l'on a pu déterminer la mort de l'animal en injectant une quantité de liquide correspondant à 90 ou 100 centimètres cubes par kilogramme de poids vif, on n'a constaté, comme phénomène préagonalique, que quelques mouvements de défense accompagnés de cris, puis la disparition des réflexes, et enfin l'arrêt respiratoire précédant l'arrêt cardiaque. A l'autopsie, on ne remarque aucune particularité, sauf cependant qu'on retrouve dans la vessie et dans le péritoine des éléments du liquide injecté. Les animaux qui ont résisté à l'injection de 100 centimètres cubes d'extrait par kilogramme n'ont présenté à la suite de ce traitement aucun trouble appréciable.

Quelles que soient les doses injectées sous la peau ou dans les muscles, chez les cobayes, les chiens et les lapins, on n'a jamais déterminé de phénomènes toxiques généraux. Localement, le produit a toujours été bien absorbé et n'a jamais provoqué d'abcès ni d'induration. Le seul fait à signaler est peut-être une élévation de température de quelques dixièmes de degrés, six ou huit heures après l'injection.

L'hémoplasme, administrée tous les deux jours en injections sous-cutanées à doses variables, chez le chien normal, n'a pas provoqué, dans les éléments principaux de l'urine, de variations plus considérables que les variations normales. Même en quantités massives et répétées, on n'a constaté aucune action sur le rein.

L'hémoplasme ayant été empruntée à des animaux qui, normalement, sont plus ou moins réfractaires à la tuberculose, il était intéressant d'expérimenter son action sur des animaux tuberculeux. Pour cela, nous avons tuberculisé, le

1^{er} mars 1904, vingt-cinq cobayes en leur injectant une culture très active de bacilles de Koch. Un lot de cinq cobayes a été pris comme témoin; les autres cobayes ont été divisés en quatre lots auxquels on a administré l'hémoplasme provenant de sang d'âne et de sang de mouton, à la dose de 1 à 2 centimètres cubes par jour. Les témoins sont tous morts du 17 juillet au 2 septembre 1904. La plupart des animaux traités ont eu une survie de deux à trois mois et ont nettement résisté, sous l'influence de l'extrait protoplasmique, à l'infection tuberculeuse brutale que nous avions toujours vue fatale chez les cobayes, lorsqu'elle est réalisée, comme dans le cas qui nous occupe, au moyen de cultures très virulentes administrées à doses massives.

III. — ÉTUDES CLINIQUES.

Les expériences de laboratoire que nous venons de résumer, et qui ont été poursuivies avec la collaboration de M. Chevrolier, étaient fort encourageantes et ont décidé le Dr Gélibert à étudier l'action de l'hémoplasme normale chez l'homme.

Ces essais cliniques ont fait l'objet d'un premier travail, qui a été présenté au dernier Congrès de la tuberculose à Paris. Depuis cette époque, nous avons recueilli de nouvelles observations qui confirment les résultats du Dr Gélibert.

§ 1. — Posologie et mode d'emploi.

L'hémoplasme s'administre en injections intra-musculaires. Le choix de la région à injecter se fait, au gré de l'opérateur, à la région fessière, aux flancs, dans l'une ou l'autre cuisse. La technique opératoire, des plus simples, est celle de toutes les injections intra-musculaires; elle s'accompagne des recommandations habituelles, relatives aux mesures aseptiques et antiseptiques.

La quantité à injecter chez un adulte est de 10 centimètres cubes à chaque séance. Le nombre des séances varie, selon les besoins et les circonstances, de deux à trois par semaine, de deux en deux ou de trois en trois jours. Ce nombre peut même, à la rigueur, être dépassé en raison de l'innocuité absolue du produit.

Les injections d'hémoplasme n'ont jamais provoqué jusqu'ici d'accident proprement dit. A peine, chez quelques sujets, a-t-on noté, consécutivement aux premières injections, une sensation prurigineuse, légère d'ailleurs, de courte durée, et disparaissant toujours à la troisième ou quatrième séance. Chez quelques malades également, on voit la région injectée présenter, au bout de quelques instants, un gonflement, léger le plus souvent, pouvant même s'accompagner quelquefois d'une sensation plus ou moins pénible de tension, mais

ayant toujours disparu au bout de quelques heures.

Enfin, on a noté, chez certains sujets, un peu après l'injection, une élévation de la température de 4 ou 5 dixièmes de degré, ainsi que nous l'avions observé chez certains animaux, mais jamais aucune poussée fébrile véritable, prolongée au delà de quelques heures.

Ces symptômes, très légers, sont, du reste, absolument exceptionnels, et il n'a jamais été observé d'accidents véritables comme ceux qu'occasionnent la plupart des méthodes sérothérapiques.

§ 2. — Action thérapeutique générale.

Les observations que le Dr Gélibert a communiquées au Congrès étaient au nombre de 116, comportant un chiffre global de 1.150 injections environ. Elles s'adressent à tous les états cachectiques en général, quelle qu'ait été la cause de déchéance organique (tuberculose, cancer, diabète, paludisme, convalescence, chloro-anémie, etc.).

Toutefois, les tuberculeux se retrouvent dans ces observations en énorme majorité, puisque nous comptons 110 de ces malades sur un ensemble de 116. Dans le groupe de ces tuberculeux, se trouvent comprises quelques formes à localisations diverses (intestinale, osseuse, testiculaire, etc.); mais l'élément le plus important est constitué par les tuberculoses pulmonaires aux différents degrés de développement, et avec la plupart des formes décrites jusqu'ici.

Dès le début du traitement par l'hémoplasie, et dès la seconde ou même la première injection, l'organisme tout entier subit une stimulation, qui manque rarement d'être accusée par le malade. Cette action tonique se traduit par une euphorie particulière, une sensation de bien-être, d'énergie nouvelle récupérée.

Cette sensation très nette se maintient et quelquefois s'accuse jusqu'à la fin du traitement. Toutes les fonctions organiques paraissent influencées et participer à ce coup de fouet général : l'appétit se réveille, permettant une alimentation plus substantielle et un relèvement du poids qui ne tarde guère à se produire en général. Cette augmentation du poids s'observe surtout dans le mois qui suit le traitement; elle atteint alors généralement 2 ou 3 kilogs. chiffre moyen qui se retrouve dans presque toutes les observations du Dr Gélibert. Mais elle dépasse fréquemment ce chiffre. En même temps, le sommeil reparait et devient plus réparateur. Les combustions organiques se trouvent activées; la respiration gagne, à la fois, en amplitude et en régularité. Comme conséquence de ces modifications, l'état du moral, si important chez ces malades, s'améliore; la bonne humeur renaît avec la confiance.

§ 3. — Action thérapeutique spéciale à la tuberculose pulmonaire.

Mais, à côté de ces signes d'observation générale, il en est d'autres qui sont propres aux malades atteints de tuberculose pulmonaire et sur lesquels il convient d'insister plus particulièrement ici.

Le traitement hémoplasique détermine, dans chaque forme particulière, un certain nombre de modifications qui sont vraisemblablement le fait d'une action antitoxique.

Parmi les symptômes qui s'observent chez tous les malades traités par l'hémoplasie, quelle que soit la période d'évolution tuberculeuse à laquelle ils se trouvent, on note tout d'abord la rémission ordinaire de la température chez les malades fébricitants, indépendamment de toute médication antithermique différente, rémission qui s'observe dès les premières injections.

Les rémissions de température que l'on peut observer sont, au début du traitement, d'une durée limitée, qui varie de deux à trois jours; leur action se prolonge davantage à mesure que progresse l'amélioration de l'état général, pour aboutir dans les cas heureux à une apyrexie constante.

Le second symptôme consiste en une diminution rapide des sueurs nocturnes, en général si pénibles pour les malades, et leur disparition définitive en un temps très court, même dans les cas où elles étaient le plus abondantes.

En troisième lieu, chez un grand nombre de malades qui se trouvent en proie à des accès fatigants de toux, on constate une rémission rapide et progressive dans ces accès jusqu'à cessation définitive. En outre, chez ceux des tuberculeux traités qui présentent des expectorations, principalement aux périodes avancées, on a pu constater une amélioration rapide et importante dans l'aspect des crachats.

Parallèlement à ces constatations, on note l'amélioration des symptômes stéthoscopiques d'une manière à peu près constante. L'auscultation permet de suivre le travail de cicatrisation des lésions qui se manifeste avec une grande netteté dans presque toutes les observations et aux différentes périodes de la maladie.

§ 4. — Résultats statistiques.

L'étude complète des cas observés nous entraînerait hors des limites que nous devons assigner à cet article; aussi nous contenterons-nous de rapporter les résultats d'ensemble qui ont été obtenus et que l'on peut classer de la façon suivante :

1^o Malades traités à la période de germination et d'agglomération des tubercules :

Ces malades, au nombre de 14, ont reçu ensemble

138 injections : 9 peuvent être considérés comme guéris, 3 très améliorés et 2 améliorés notablement.

2° Malades traités à la période de ramollissement :

a) Forme ulcéreuse : 22 malades,

b) Forme fibreuse : 10 malades,

c) Forme pleurale : 5 malades.

Ensemble 37 malades ; 360 injections. Ne présentant plus de signes de maladie, 8 ; très améliorés, 15 ; améliorés, 7 ; stationnaires, 3 ; morts, 4.

3° Malades traités à la période des cavernes :

a) Forme fibreuse : 8 malades,

b) Forme ulcéreuse : 31 malades,

c) Forme pleurale : 1 malade.

Ensemble 40 malades ; 366 injections. Ne présentant plus de signes de maladie, 2 ; très améliorés, 14 ; améliorés, 13 ; stationnaires, 5 ; morts, 6.

4° Granulie généralisée :

Trois malades ont été traités : l'un peut être considéré comme guéri ; l'autre a été très amélioré, et le troisième a succombé.

Si l'on ajoute aux cas mentionnés ci-dessus ceux qui se rapportent à un certain nombre d'autres formes ou localisations spéciales de la tuberculose, on voit que, depuis le mois de février 1904 jusqu'à fin septembre, le traitement par les injections d'hémoplasme a été appliqué à 116 malades qui ont reçu au total 1.150 injections. Sur ce chiffre, 1.050 injections ont été administrées à 110 malades tuberculeux dont : 28 ne présentent plus, à la fin du traitement, aucun signe de maladie ; 37 ont été très améliorés (un grand nombre de cette catégorie tendent à la guérison définitive et quelques autres poursuivent le traitement dans ce but) ; 23 ont été franchement améliorés, sans que l'on puisse affirmer le maintien définitif du résultat ; 5 sont restés stationnaires, n'ayant paru bénéficier du traitement que temporairement.

En aucun cas on ne voit, à la suite du traitement, l'affection prendre une allure plus grave, et se trouver influencée dans un sens défavorable. Les douze décès enregistrés se rapportent à des malades très profondément atteints déjà, chez lesquels le traitement a été employé en tout désespoir de cause, ou porteurs d'une affection concomitante aggravante.

Nous transcrivons ci-dessous les conclusions que le Dr Gélibert a cru devoir formuler à la suite des expériences aussi nombreuses que consciencieuses auxquelles il s'est livré d'une façon constante depuis plus de dix-huit mois :

« Ces constatations, et l'examen attentif de ces statistiques, nous conduisent à penser que le traitement plasmotherapique exerce sur les cachexies en général, et dans la tuberculose spécialement, une influence remarquable, et qui nous a paru

plus active qu'aucune des méthodes thérapeutiques utilisées jusqu'ici.

« Bien entendu, les injections d'hémoplasme ont été faites à nos malades à l'exclusion de tout traitement pharmacodynamique simultané. Avec l'adjonction nécessaire des moyens hygiéniques et diététiques habituels, dans les cas où il est possible de les instituer, la méthode plasmotherapique est capable de fournir les résultats les plus encourageants et les plus inattendus. Ces résultats tiennent à la triple action que l'hémoplasme exerce sur l'organisme : stimulante, antitoxique et tonique.

« Cette triple action tient incontestablement à la constitution même de l'hémoplasme, qui permet de recueillir intégralement, sans altération de la substance protoplasmique globulaire, les éléments diastatiques de défense organique (oxydases, antitoxines, etc.) et de les faire passer dans l'organisme atteint sans leur faire subir les désintégrations nécessaires par la voie gastrique, cela sans danger d'aucune sorte, grâce à l'élimination des stromas globulaires.

« Nous ne croyons pas nous hasarder en déclarant que la méthode plasmotherapique nous paraît appelée à un avenir que lui assurent les succès dont elle nous a fourni déjà les gages non équivoques, et que ne tarderont pas à légitimer sans doute les résultats qu'elle ne peut manquer de fournir aux expérimentateurs nombreux qui dirigeront leurs recherches dans cette voie féconde. »

IV. — PLASMOTHÉRAPIE ORGANIQUE.

Parallèlement à la plasmotherapie sanguine, nous devons étudier les propriétés d'extraits protoplasmiques des cellules d'autres organes.

En utilisant des procédés d'extraction analogues à celui qui a été décrit pour l'hémoplasme, procédés basés principalement sur l'élimination des débris cellulaires par la centrifugation, nous pouvons préparer des sucs hépatiques, rénaux, spléniques, musculaires, etc., auxquels nous donnons les noms d'hépatoplasme, néphroplasme, splénoplasme, myoplasme, etc.

Les propriétés de ces extraits normaux, empruntés à différents animaux, font, en ce moment, l'objet d'études spéciales.

V. — PLASMOTHÉRAPIE ANTI-TOXIQUE.

Les extraits des cellules des tissus d'animaux normaux, qui possèdent déjà des propriétés si intéressantes, pourront sans doute acquérir une activité nouvelle lorsqu'on s'adressera à des animaux immunisés.

La plasmotherapie anti-toxique, spécifique, cons-

tituera vraisemblablement une importante branche de la méthode générale que nous proposons aujourd'hui, et dont nous devons nous contenter d'esquisser le programme dans cet article.

De nombreux animaux sont, en ce moment, en préparation, et nous fourniront bientôt les moyens d'apprécier l'action des extraits plasmatiques dans les différents cas d'immunisation.

Quel que soit le résultat de ces recherches, les expériences entreprises nous démontrent déjà que l'hémoplasme normale est douée de propriétés stimulantes et anti-toxiques incontestables, et que la Plasmothérapie est en voie de fournir un chapitre nouveau et intéressant de la Thérapeutique.

Auguste et Louis Lumière.

L'ÉVOLUTION DE LA TUNISIE

Au printemps de 1896, M. René Millet, Résident général de France à Tunis, eut l'heureuse idée de grouper un certain nombre de Savants, d'Ingénieurs, d'Économistes, et, se plaçant à leur tête, de les promener en caravane à travers les régions les plus intéressantes du pays qu'il avait la charge d'administrer. Conviée à cette « tournée », la *Revue générale des Sciences* exposa, en ses deux numéros du 30 novembre et du 15 décembre 1896, « ce que nous apprend sur la Tunisie l'étude, scientifiquement conduite, de son sol, de son climat et de ses habitants ».

Depuis lors, dix années se sont écoulées ; mais cette monographie reste toujours l'étude la plus complète, la plus intéressante, la plus documentée qui ait été publiée sur la Régence. La raison en est que chacun des collaborateurs auxquels M. Louis Olivier s'adressa, pour mener à bien ce travail, eut à remplir un cadre nettement tracé et fut l'artisan d'une œuvre dont le plan d'ensemble lui avait été préalablement indiqué en tous ses détails.

Néanmoins, avec le temps, diverses parties de l'ouvrage, si méthodiquement composé, ont cessé d'être au courant, car la Tunisie est un pays de progrès rapide, où l'aspect des phénomènes économiques ne cesse de se modifier, où les populations voient se transformer leurs conditions d'existence sous les multiples influences qui résultent des changements apportés dans l'administration intérieure ou dans l'orientation de la politique extérieure.

C'est pourquoi, en 1900, après un voyage d'études fait par la *Revue* en Tunisie, à Tripoli, à Malte et à Naples, M. Louis Olivier jugea utile de publier, dans le numéro du 15 juillet, des « Notes sur la Tunisie », constituant une sorte de mise au point des articles parus quelques années auparavant. Mais, pendant les cinq premières années du *xx^e* siècle, des événements se sont accomplis, qui permettent de préciser encore le sens dans lequel s'opère l'évolution de la Tunisie, considérée au point de vue de la colonisation agricole, de la composition et de la répartition de la population, du

perfectionnement des méthodes d'éducation et des services scientifiques, enfin des modifications apportées à l'outillage nécessaire à l'exploitation du sol et du sous-sol.

Nous allons essayer, dans le présent article, de montrer par quels aspects nouveaux ces grandes questions s'imposent à l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'avenir d'un pays où, malgré certaines erreurs de direction, certaines lacunes signalées ici même en toute impartialité, la France a accompli une œuvre vraiment digne d'être admirée.

I

En parcourant la région de la Tunisie où la colonisation européenne s'est le plus fortement implantée, on éprouve l'impression très nette que les procédés de culture et de transformation des produits agricoles ont été partout améliorés ; mais, faute d'une enquête générale faite par les soins de l'Administration, on ne peut, à l'heure actuelle, donner des indications d'ensemble et l'on doit se contenter de signaler les points principaux sur lesquels des efforts bien compris ont amené des résultats appréciables.

Tel est le cas du pays de Béja, longtemps méconnu de nos compatriotes, redouté à cause de ses basses vallées où sévissait la fièvre paludéenne, et déclaré même impropre à certaines cultures, la vigne par exemple. Or, voici que, depuis quelques années, les environs de la vieille ville à l'enceinte byzantine ont pris une physionomie nouvelle. Du haut de la Kasbah, fièrement campée sur un mamelon dominant au loin la plaine fertile, il est facile de se rendre compte des changements survenus dans la campagne. Aussi loin que s'étend la vue, apparaissent des espaces cultivés formant, au début de l'été, comme un vaste damier dont les multiples colorations témoignent de la variété des plantes ensemencées. Et la beauté, la vigueur des céréales sur pied laissent partout deviner l'emploi des moyens scientifiques, l'usage des instruments aratoires perfectionnés.

Le concours agricole qui, au mois de mai dernier, a réuni dans Béja les colons et les indigènes, venus de toutes les parties de la Tunisie, a témoigné grandement de l'excellence des résultats obtenus soit dans la culture, soit dans l'élevage du gros bétail. On n'avait pas encore présenté à un jury tunisien d'aussi beaux représentants des races chevaline et bovine, et, remarque intéressante à faire, nombre de récompenses ont été décernées à des propriétaires indigènes. Au contact du colon français, les éleveurs musulmans améliorent donc, peu à peu, leurs méthodes, et il est probable que le prochain concours agricole de Mateur prouvera, de façon encore plus complète, la bienfaisante influence exercée à cet égard sur les paysans indigènes par nos colons français.

En dépit des prophètes de malheur, il s'est trouvé de courageux colons, parmi lesquels M. Vacherot, professeur au Lycée de Tunis, pour démontrer, par l'exemple, la possibilité de joindre la vigne aux céréales sur le gras terroir de Béja et d'y créer même des cultures fruitières capables de fournir un sérieux appoint aux ordinaires ressources d'une exploitation rurale.

Toutes ces initiatives ont eu pour effet, non seulement d'augmenter le bien-être général, mais encore de contribuer à l'assainissement de la région. La fièvre recule devant la charrue, ne laissant derrière elle que le pénible souvenir de ses méfaits d'antan.

Sachant bien que le perfectionnement de la technique agricole est lié à l'abondance plus ou moins grande des capitaux, M. Vacherot a aussi organisé avec quelques amis une association coopérative ayant pour objet la construction et l'exploitation en commun d'un cellier où, avec des frais réduits au minimum, sera fabriqué le vin de tous les domaines intéressés. Première application en Tunisie d'un principe de solidarité dont les bons effets se font déjà sentir dans l'Italie du sud et dans le midi de la France ! Puisse cette heureuse innovation être mise en pratique dans tous les petits centres de colonisation de la Régence ! Le salut du cultivateur peu fortuné est dans le développement progressif des institutions de coopération et de mutualité. C'est peut-être aussi par elles que le Gouvernement du Protectorat parviendra quelque jour à résoudre le difficile problème du peuplement des campagnes tunisiennes par une foule nombreuse de robustes paysans français.

Chez les oléiculteurs, on ne pourrait noter aucun effort dans le sens d'un groupement d'énergie permettant de se passer des coûteux intermédiaires qui rançonnent à la fois le producteur et le consommateur. Le fait saillant n'est pas non plus dans l'adoption de méthodes culturales nouvelles ou

d'une taille même appropriée à la nature de l'olivier, mais dans les perfectionnements apportés à la fabrication de l'huile. Grâce aux récents travaux de M. Bertainchand, directeur du laboratoire de Chimie installé à la Direction de l'Agriculture et du Commerce, les industriels de Sfax, de Melhia, Sousse et autres lieux où l'olive est la principale ressource des habitants ont désormais les moyens de se débarrasser de la margarine en excès dans l'huile et de fournir au commerce d'exportation un liquide capable de rivaliser en limpidité avec les meilleures huiles de Nice. Les échantillons envoyés à l'Exposition de Liège attestent la bonté du procédé et il est permis de croire que, dans un avenir prochain, les fabricants de conserves de la région nantaise s'approvisionneront d'huile en Tunisie et cesseront de donner une préférence injustifiée aux produits de Bari, de Molfetta et de Bitonto.

Il n'est pas inutile de faire connaître également que la culture des fleurs à parfum est en voie d'extension, et l'on peut signaler la création, à Tunis même, d'une fabrique dirigée par un Européen qui obtient, par distillation des plantes, diverses essences de qualité très supérieure aux *eaux de rose* et de *fleur d'oranger* apportées sur le marché par les indigènes de Nabeul et d'Hamamet.

Enfin, le Syndicat d'initiative des Primeuristes, constitué sur le modèle de celui qui fonctionne avec tant de succès à Oran, est en train de révolutionner les cultures maraichères et fruitières. L'émulation des producteurs, surexcitée par la certitude aujourd'hui acquise de pouvoir écouler leur récolte à l'Étranger, en Suisse particulièrement, ainsi que dans toute l'Europe centrale et septentrionale, a pour effet de les pousser à la recherche des espèces nouvelles, tout en améliorant, par une technique plus savante, la qualité des fruits et légumes qu'ils savent déjà convenir au sol et au climat.

II

Dans quelle mesure la marche en avant de la colonisation française se poursuit-elle concrètement avec les progrès de la culture, c'est ce qu'il est difficile de déterminer exactement. Il est à noter tout d'abord que, malgré certains fléchissements correspondant à des années de récolte mauvaise, les surfaces ensemencées en céréales ont considérablement augmenté depuis 1900, passant de 412.000 hectares à 462.000 pour le blé, de 380.000 à 448.000 pour l'orge, de 15.000 à 28.000 pour l'avoine, cette dernière culture étant à peu près exclusivement aux mains de nos compatriotes. Dans le même espace de temps, le vignoble s'est accru de près de 3.000 hectares, atteignant, à la fin de 1903, le chiffre de 14.240 hectares. Si nous

n'avons aucun tableau statistique de la superficie plantée en olivier, nous pouvons du moins constater, en comparant deux années de bonne récolte, 1900 et 1903, une différence de plus de 50.000 hectolitres au profit de cette dernière. Mais, tandis que les viticulteurs sont surtout des Européens, beaucoup d'indigènes sont cultivateurs de céréales ou propriétaires d'olivettes. Or, l'Administration ne distingue point, dans ses statistiques, entre le champ de l'Arabe et celui de l'Européen, en sorte que nous ne pouvons connaître de façon précise la part qui revient à notre colonisation dans ce progrès général.

On lit, il est vrai, dans le dernier Rapport adressé au Président de la République par le Ministre des Affaires étrangères, que le nombre des propriétés rurales appartenant à des Français est en augmentation sensible, car, de 1.167 en 1900, il passe à 1.393 en 1904, avec un accroissement de superficie de 531.115 à 625.917 hectares. Il faudrait, cependant, se garder de croire qu'il y ait dans la Régence près de 1.600 propriétaires ruraux de nationalité française, représentant une population totale de 5 à 6.000 personnes occupées aux travaux de la terre. Lors des élections du mois d'avril dernier, pour le renouvellement de la Conférence consultative, on a pu se convaincre que le nombre des inscrits au Collège agricole ne dépassait pas 1.203. Or, non seulement tous les propriétaires agriculteurs sont compris dans ce chiffre¹, mais encore leurs gérants, surveillants de cultures, contre-maitres, cavistes et simples ouvriers. De ceci il résulte qu'un assez grand nombre de Français possèdent deux ou plusieurs propriétés exploitées par la main-d'œuvre indigène ou étrangère, et, par conséquent, il ne faut pas se baser exclusivement sur la progression des achats effectués depuis cinq ans pour juger de l'intensité du mouvement de colonisation pendant la même période.

Le dénombrement qui va être opéré dans les premiers mois de l'année 1906 achèvera de nous fixer à cet égard. En se basant sur le nombre des électeurs inscrits dans les trois collèges électoraux, soit 7.594, on peut prévoir, dès maintenant, que la population française ne dépasse guère 30.000 âmes pour toute la Régence, non compris, bien entendu, les effectifs de la Division d'occupation.

Les ruraux ne doivent compter dans ce total que pour un contingent de 3.500 à 4.000 individus, et l'on voit combien est faible le courant d'immigration paysanne, dont nous aurions tant besoin pour contrebalancer les effets de la colonisation étrangère. Par suite, les obstacles à la colonisation fran-

çaise, que signalait naguère M. Louis Olivier, restent toujours les mêmes. Aujourd'hui, comme avant, les grands propriétaires ont une tendance marquée à allotir leurs terres au profit d'immigrés siciliens plutôt qu'à rechercher les moyens d'attirer en Tunisie les petits colons français. Et il n'est pas possible de leur en faire un grief, quand on songe que le Sicilien se présente à eux tout d'abord comme ouvrier à bon marché, puis accepte des terres à titre de propriétaire ou de fermier, moyennant le paiement d'une redevance annuelle calculée de telle façon qu'elle constituerait un fardeau très lourd pour les épaules de nos paysans de France, moins aptes que l'Italien du Sud à supporter les privations et la fatigue sous le rude climat de l'Afrique.

Profitant des facilités illusoirettes qui leur sont offertes, les cultivateurs de Sicile, chassés de leur ile par tout un ensemble de conditions économiques et sociales mauvaises, vivent aujourd'hui dans les campagnes tunisiennes. Combien sont-ils ainsi, d'ordinaire groupés autour de l'habitation d'un riche propriétaire, parfois isolés sur le coin de terre acheté avec le produit des économies péniblement amassées comme contre-maitres ou simples ouvriers? Les documents administratifs évaluent la population italienne des campagnes à environ 12.000 âmes; il est probable que ce chiffre est inférieur à la réalité, mais nous n'avons pas encore de données certaines sur ce point, car les étrangers domiciliés dans la Régence ne sont pas astreints à l'obligation du recensement quinquennal. L'évaluation approximative faite par la Direction de l'Agriculture et du Commerce montre néanmoins quelle place importante tiennent déjà les petits colons siciliens parmi leurs compatriotes, dont le nombre total atteignait en janvier 1905 un peu plus de 85.000, si l'on s'en rapporte aux seules déclarations effectuées au Service du contrôle des étrangers, mais dépasse sans doute 90.000, y compris les insoumis et les enfants soustraits aux investigations des autorités locales.

Avec les agriculteurs, ce sont les pêcheurs et les ouvriers qui forment toujours la grande masse de ces immigrants. L'établissement dans la Régence de nombreux artisans de Sicile ne nous semble pas constituer un péril pour notre domination, si nous savons concilier le respect de la liberté individuelle et des intérêts privés avec une surveillance active des associations constituées par le maintien de « l'italianité » et si nous nous efforçons d'attirer dans nos écoles la foule des enfants susceptibles d'adopter, avec l'usage de notre langue, nos mœurs et coutumes nationales, puis de devenir citoyens français en vertu d'une bonne loi de naturalisation.

Au reste, ce courant d'immigration diminue d'intensité par le fait même de la concurrence active

¹ Mais quelques propriétaires femmes et quelques possesseurs de domaines résidant en France qui ne réclament pas leur inscription sur les listes électorales.

que se font entre eux les artisans italiens, particulièrement les ouvriers du bâtiment. A l'instigation du « Patronato dell' emigrazione », Société de protection des immigrants de la péninsule, constituée récemment à Tunis, le Gouvernement de Rome a même décidé de ne plus laisser partir pour la Régence ceux de ses nationaux qui ne seraient pas assurés d'y trouver un travail rémunérateur. Les effets de la circulaire dans ce sens adressée à tous les préfets du royaume au mois d'avril dernier ne tarderont pas à se faire sentir, et l'on pourra bientôt constater que le mouvement d'émigration vers l'Afrique du Nord s'est sensiblement ralenti¹.

Il faut ajouter que les grandes entreprises agricoles tentées par des associations de capitalistes italiens n'ont pas réussi, sauf exception, et que, d'autre part, les petits cultivateurs sont trop souvent aux prises avec des difficultés financières insurmontables.

Autant de causes paraissent s'opposer au développement continu de la colonisation sicilienne en Tunisie, si désireuse que puisse être l'Italie « d'opérer la conquête économique du pays avec l'espoir d'arriver plus tard à une domination de fait ».

Obsédés par la crainte de voir quelque jour les Italiens régner en maîtres dans les campagnes tunisiennes, bien des Français ignorent que d'autres étrangers se sont fixés au sol et participent à l'œuvre de la colonisation agricole. Des Maltais, des Suisses, des Belges, des Espagnols et même des Allemands contribuent, cependant, à la prospérité de la Régence aux côtés des Français et des Italiens. Ils sont au nombre de 242, propriétaires de 42.000 hectares, soit 3.000 hectares de moins seulement que ne possède la foule des petits propriétaires italiens. Sous la rubrique « Autres Européens », on leur réserve une place à part dans les statistiques officielles; mais, à l'exception des Maltais, ils n'ont pas d'organisation collective et ils passeraient inaperçus si les Rapports annuels sur la colonisation ne révélaient leur existence. Les Maltais eux-mêmes, groupe compact d'environ 12.000 âmes, sont moins des agriculteurs que des gens de petits métiers : cochers, arabaliers, modestes commerçants. Encore leur nombre tend-il à diminuer; ils ont reculé devant la ténacité du Sicilien.

Faut-il conclure de ce qui vient d'être dit à l'impossibilité d'accroître assez rapidement le nombre des colons français? Non, si le Gouvernement met en œuvre quelques-uns des puissants moyens dont il dispose pour aider nos compatriotes à réaliser des projets d'installation sur le sol tunisien. Déjà

les procédés employés pour hâter le peuplement des campagnes ont été modifiés de telle sorte que les acquéreurs de biens domaniaux ont vu porter de quatre à dix le nombre d'années qui leur était accordé pour se libérer du prix d'achat de leurs terres. Réforme excellente, car les chances de succès du colon augmentent évidemment en raison directe de l'importance du capital dont il peut garder la libre disposition pour exploiter son domaine. Pendant quelque temps, on put même croire que cette seule mesure suffirait à déterminer l'accroissement de population française si nécessaire à l'extension de notre influence. En effet, au cours de l'année 1901, 17 lots, d'une contenance totale d'environ 800 hectares, furent vendus, dans ces conditions, à la Mohammédia, non loin de Tunis, tandis que 6 000 hectares, formant l'Henchr Merdja, près de Souk El Khemis, étaient également répartis entre 27 acquéreurs. En 1902, dans les caïdats de Tebourba, Medjez-El Bab, Souk El Arba, 16 lots d'une contenance totale de 2.000 hectares ont trouvé preneurs, et au cours de l'année 1903 les allotissements ont encore compris environ 2.000 hectares répartis entre 15 colons. Mais voici que, sans cause apparente, les résultats de l'année 1904 sont tout différents, car, l'État tunisien ayant mis en vente, pendant cette dernière période, 8 propriétés domaniales d'une superficie totale de 12.238 hectares répartis en 196 lots, 51 seulement ont été vendus et 129 restent disponibles. Il devient évident que les dispositions prises jusqu'à ce jour sont insuffisantes et devront être complétées par des mesures plus efficaces.

Les terres, ainsi alloties par l'État, ont dû être préalablement acquises par lui avec les fonds provenant de la Caisse de colonisation. L'effort financier, nécessaire pour mettre de nouveaux espaces cultivables à la disposition de nos compatriotes, n'a pas été moindre de 2.068.477 francs pendant les trois années 1901-1902-1903. Ainsi apparaît la constante préoccupation de M. le Résident général S. Pichon de résoudre le problème du peuplement français par le développement de la colonisation agricole. Malheureusement, au fur et à mesure que s'épuisent les réserves domaniales et que s'effectue en achats de terres par l'État le remploi des fonds de colonisation, la valeur moyenne de l'hectare augmente, et il devient de plus en plus difficile d'offrir aux immigrants des lots d'un prix assez bas pour que le succès de leur entreprise soit assuré. Le problème se complique du fait que la Tunisie se meut dans les limites d'un budget médiocrement compressible et ne peut, par conséquent, ni augmenter considérablement la dotation de la Caisse de colonisation, ni consentir à subir sur les ventes des pertes trop fortes. En présence de ces difficultés,

¹ Les nouvelles conditions d'émigration en Tunisie ont été prises par l'arrêté ministériel du 26 août.

² *Revue générale des sciences*, 15 juillet 1900, p. 833.

le gouvernement du Protectorat fut amené à créer, le 28 novembre 1902, une Commission de colonisation, composée de délégués des corps élus, des chefs de service et de représentants de l'Administration, avec mission « de rechercher les moyens d'augmenter la prospérité de la Tunisie et d'y développer la colonisation française en lui fixant une direction ». Un vœu relatif au rachat des enzels ou rentes perpétuelles fut pris en considération par l'État et sanctionné par un décret. Différentes mesures furent également adoptées dans le but de faciliter l'aliénation des biens habous. Quant aux moyens financiers proposés par la Commission, ils consistaient en l'émission de bons de colonisation, autrement dit en émission d'obligations à court terme, dont le produit serait affecté à l'achat de terres cultivables. Dans sa dernière session, la Conférence consultative a préconisé une solution plus radicale en émettant le vœu qu'un emprunt de 60 millions fût réalisé pour permettre l'achèvement du programme des travaux publics, la construction d'écoles et la création de villages de colonisation. Comme à la Mornaghia et à Triaga, les nouveaux centres seront dotés d'une école, d'une poste-télégraphe, et, autant que possible, d'un service médical dont les bases viennent d'être indiquées dans un remarquable travail de MM. Malinas et Tostivint¹.

L'État complètera-t-il son œuvre en fournissant aux colons l'habitation et l'outil, ou se bornera-t-il à intervenir en favorisant de tout son pouvoir la constitution de sociétés mutuelles et coopératives, auxquelles il pourrait consentir des avances remboursables sans intérêt? Ce dernier système, tout en ménageant davantage les finances publiques, permettrait au colon, semble-t-il, de se procurer dans les meilleures conditions une modeste habitation, des instruments de culture et de récolte, enfin, avec les ateliers, les celliers, les huileries, tout l'outillage indispensable à la transformation des produits agricoles. Si les caisses rurales de Crédit, dont la création vient d'être autorisée par un récent décret et qui fonctionnent à Bir-Mcherga, à Béja, à Tunis, se développent, comme il convient de l'espérer, les agriculteurs ne tarderont pas à juger de la puissance que mettrait en leurs mains l'application bien comprise des principes de coopération et de mutualité².

La Tunisie possède dans les élèves de l'École coloniale d'Agriculture un élément de colonisation auquel toutes ces idées sont déjà familières. Chaque année, quelques-uns d'entre eux prennent part à la vente des terres de colonisation et, par privilège spécial, ils ont, sur tous les autres acquéreurs, un droit de priorité pendant cinq ans après leur sortie de l'École, ce qui est un excellent moyen d'assurer le recrutement des étudiants et de garder, en même temps, dans la Régence une bonne partie des anciens élèves. Quand cet établissement ouvrit ses portes, en octobre 1898, une vive opposition se manifesta dans les rangs de ceux qui auraient dû favoriser la création d'une semblable institution; mais nul ne songerait plus aujourd'hui à contester l'heureuse influence exercée sur le développement de la colonisation par ces jeunes gens actifs, dont une centaine au moins sont, dès maintenant, installés en Tunisie à titre définitif, soit comme gérants, soit comme propriétaires.

Dans le but de provoquer le « retour à la Terre » d'une partie de ce prolétariat juif qui végète misérablement dans un des plus sordides quartiers de Tunis, l'Alliance Israélite Universelle a créé aussi, à la Djedeïda, une ferme-école où une solide instruction professionnelle est donnée à un groupe nombreux d'adolescents, dont on veut faire simplement de bons ouvriers ou des contremaîtres. Malgré le caractère pratique de cette organisation, il ne semble pas que le but soit atteint. Les jeunes israélites ne trouvent pas facilement emploi de leurs facultés chez les colons européens et, chose singulière, ils n'obtiennent pas meilleur accueil chez leurs coreligionnaires, grands propriétaires ruraux, assez nombreux pourtant dans la Régence et qui devraient avoir à cœur d'encourager une aussi louable entreprise.

L'expérience, il est vrai, date seulement de quelques années. On ne saurait donc actuellement se prononcer de façon trop affirmative sans risquer de mal préjuger de l'avenir. Il est bon d'attendre encore avant de constater l'échec ou le succès de cette tentative. On peut dire, cependant, qu'elle ne débute pas sous d'heureux auspices.

Qu'advient-il aussi de la ferme-école indigène récemment inaugurée à Lansarine? Placée sous la direction d'un musulman intelligent, ancien commandant de l'armée française, elle a également pour but de former des contremaîtres et des ouvriers indigènes capables d'utiliser les instruments perfectionnés dont usent les seuls agriculteurs euro-

¹ Mutualité coopérative et projet général d'assistance médicale indigène en Tunisie, par MM. Malinas, directeur du service de santé et de la division d'occupation de Tunisie, et M. Tostivint, médecin-major de 2^e classe, en cours de publication dans la *Revue Tunisienne*.

² En un Rapport très documenté sur le Crédit agricole tunisien et son institution en Tunisie, M. Paul de Beaumont, membre de la Conférence consultative et de la Chambre d'Agriculture de Tunis, a exposé le fonctionnement de ces Caisses et montre les services qu'elles pouvaient rendre à

la colonisation. Dans son opuscule du 25 mai 1906 se trouve aussi le texte du décret qui constitue à Tunis une *Caisse régionale de Crédit mutuel du nord de la Régence*, et dont son action aux Caisses locales des contrôles de Tunis, Frizette, Béja, Souk El Arba, Grombala, le Kef.

péens et de rompre avec la traditionnelle routine du Fellah. Le recrutement des élèves s'opère, dit-on, avec quelque difficulté. Il faut espérer qu'on surmontera tous les obstacles et souhaiter vivement le succès d'un établissement qui pourrait contribuer, non seulement à fournir aux colons la main-d'œuvre intelligente, dont ils manquent quelquefois, mais aiderait en outre à la diffusion, dans le monde des propriétaires indigènes, de méthodes culturelles plus rationnelles, mieux appropriées au sol et au climat de l'Afrique du Nord que les procédés actuellement en usage dans les tribus.

III

Ce ne sont pas seulement les questions d'enseignement agricole qui sont à l'ordre du jour. Nos compatriotes de Tunisie s'intéressent vivement à toutes les formes de l'éducation populaire, car ils n'ignorent pas qu'une bonne méthode d'instruction est un des plus puissants moyens d'action dont dispose un peuple colonisateur pour déterminer la nature de ses rapports avec ses sujets indigènes ou avec les étrangers auxquels il offre l'hospitalité sur un sol nouvellement conquis.

Dès le début de l'occupation française, le Gouvernement du Protectorat a pris soin de donner aux indigènes toutes facilités pour apprendre à parler, à lire et à écrire notre langue. Plusieurs milliers d'enfants musulmans et israélites vinrent aussitôt se ranger sous la direction de nos instituteurs, et l'enseignement du français ne cessait de se développer, quand un mouvement de réaction locale amena un brusque arrêt dans cette marche en avant. Les Pouvoirs publics, mis en garde contre les dangers d'une politique visant à instruire nos protégés de la même façon que nos propres concitoyens, consentirent à la fermeture de plusieurs écoles franco-arabes.

On est heureusement revenu, depuis lors, à une plus juste appréciation des faits, et l'on a compris qu'au lieu de supprimer l'enseignement du français aux indigènes, il était préférable d'améliorer les méthodes existantes et d'aviser aux moyens de permettre aux jeunes musulmans de satisfaire les besoins nouveaux dérivant des idées nouvelles que nous avions fait éclore en leurs intelligences un peu frustes.

Ainsi naquit le projet de doter la Régence d'un enseignement professionnel, donnant aux Français et aux indigènes la possibilité de résoudre le difficile problème de l'apprentissage des métiers manuels en un pays qui a tant besoin d'ouvriers experts et diligents. Le Collège Alaoui fut d'abord exclusivement chargé de distribuer cet enseignement spécial, puis fut créée à Tunis une « École pro-

fessionnelle », de dimensions restreintes, assez mal outillée et ne possédant qu'un personnel très réduit. Cet établissement a fait place à une institution répondant mieux aux exigences de l'industrie moderne. « L'École Émile-Loubet », dont la première pierre fut posée par le Président de la République en avril 1902, vient d'ouvrir ses portes à la rentrée d'octobre, et il est permis de croire que rien n'y sera négligé pour assurer aux élèves un enseignement vraiment pratique et adapté à tous les besoins de la vie économique.

Plus tard, vraisemblablement, une transformation analogue s'opérera à Bizerte, Sousse et Sfax. Les diverses régions tunisiennes verront ainsi peu à peu se modifier la physionomie de quelques-unes de leurs écoles primaires, de telle sorte que, tout en répondant aux nécessités d'un enseignement de caractère général, elles puissent donner aussi satisfaction aux exigences de l'agriculture et de l'industrie locales.

Dans son Rapport au Président de la République sur la marche de l'enseignement à Madagascar de 1899 à 1903, le Général Galliéni préconise la création d'écoles où sera réalisée « l'union de l'instruction générale et de l'instruction pratique, industrielle ou agricole ».

Et, pour justifier cette formule, il ajoute : « L'instruction purement intellectuelle ne produit, le plus souvent, pour la masse des indigènes, que de funestes résultats. D'autre part, l'instruction purement professionnelle est presque toujours insuffisante, car, privé du secours des connaissances générales, celui qui la reçoit s'arrête bientôt dans ses progrès et ne peut guère devenir qu'un médiocre artisan, enclin à la routine. Comme les écoles manuelles d'apprentissage de France, nos écoles régionales sont, à chaque année scolaire, de plus en plus des ateliers, mais sans cesser jamais d'être des écoles.

« Le jeune homme qui les fréquente sait qu'il en sortira muni d'un métier, et c'est dans ce but qu'il y est entré. » Il y a lieu de supposer que la Tunisie ne regretterait pas de rivaliser sur ce point avec notre grande colonie de l'Océan Indien.

Enfin, chose digne de remarque, les étrangers, Italiens ou Maltais, domiciliés dans la Régence, recherchent de plus en plus notre enseignement. Malgré la concurrence des établissements scolaires entretenus par le Gouvernement de Rome, nos instituteurs voient grandir chaque jour leur clientèle de jeunes Siciliens. Ils sont parfois obligés, faute de place, de refuser un grand nombre d'élèves. Toutes les écoles franco-européennes ont leur contingent maximum et la Direction de l'Enseignement public ne cesse d'être occupée à préparer de nouvelles constructions, à rechercher de nouveaux

maîtres. Elle réclame, en ce moment même, trois millions de francs pour assurer la régularité des services et empêcher une partie des enfants étrangers d'échapper à notre action morale.

Un dixième de cette somme doit être consacré, d'après le projet voté par la Conférence consultative, à l'édification d'une bibliothèque plus digne de la Régence que l'humble local décoré de ce nom, et surtout mieux outillée pour les recherches scientifiques. Si les maigres collections de documents se rapportant à l'Afrique du Nord, mises actuellement à la disposition des chercheurs, ont pu leur rendre quelques services, elles sont néanmoins tout à fait insuffisantes, et l'on souffre d'être obligé d'avouer qu'un simple crédit de 1.500 francs est prévu, chaque année, par la Direction de l'Enseignement public, pour « abonnements aux périodiques et acquisitions nouvelles, reliure des volumes de la bibliothèque française ». Est-ce que l'intérêt bien compris de la colonisation, à défaut du point de vue purement scientifique, n'aurait pas dû, depuis longtemps, primer toute autre considération et décider une réforme radicale de cette organisation ?

Il faut donc savoir gré à la Conférence consultative d'avoir exprimé le vœu que Tunis fût dotée à bref délai d'une bibliothèque de travail. Dans le nouvel édifice trouveront place, à côté des collections d'œuvres anciennes, quelques bons ouvrages publiés, dans ces dernières années, par des savants envoyés en mission dans la Régence ou des écrivains qui y sont en résidence permanente. Ceux qu'intéressent les questions de propriété immobilière consulteront avec fruit l'excellente thèse de M. Lescure, chef de bureau à la Direction générale des Finances, sur le *Double régime de la propriété foncière en Tunisie*, et les géologues trouveront un guide très sûr dans l'étude si complète publiée par M. Pervinquière sur la *Tunisie centrale*. Nous n'aurions garde d'oublier la *Revue tunisienne*, qui, sous la direction de M. le Dr Bertholon, est devenue un recueil estimé de travaux scientifiques et littéraires sur l'Afrique du Nord. Les arabisants auront aussi à leur disposition la grammaire arabe de Silvestre de Sacy, rééditée par les soins de MM. Machuel et Serres. Nous espérons même qu'un jour viendra où l'on jugera nécessaire d'arriver à une entente avec les autorités religieuses musulmanes pour grouper en une salle unique les précieux manuscrits dispersés dans toutes les mosquées ou zaouïas de la Régence. Le catalogue des principaux documents en langue arabe a été dressé par M. Roy, secrétaire général du Gouvernement tunisien ; mais, s'il est bon d'avoir déjà un inventaire partiel de nos richesses en manuscrits, il serait encore meilleur de pouvoir consulter et traduire les

plus importants de ces ouvrages. Enfin, la publication d'un *Corpus des Inscriptions arabes de Tunisie* aiderait singulièrement à la connaissance approfondie de la civilisation musulmane.

IV

Parmi les travaux les plus considérables publiés sur la Tunisie depuis le début du siècle, quelques-uns se rapportent aux antiquités phéniciennes, romaines ou byzantines. Telle est l'œuvre magistrale publiée sur *Carthage* par M. Audollent, professeur à la Faculté des Lettres de Clermont-Ferrand ; telle est aussi l'importante contribution à l'histoire de la *Mosaïque*, rédigée par M. P. Gauckler pour le Dictionnaire des Antiquités de Daremberg et Saglio.

Dans le même ordre d'idées, le Musée de Carthage doit à l'activité du P. Delattre de s'être enrichi de quelques pièces d'un haut intérêt, comme les trois sarcophages, reproduisant en un relief de marbre, peint de couleurs à peine effacées par le temps, les portraits en pied des prêtres et de la prêtresse dont les squelettes sont encore étendus sous la pierre. Enveloppés dans leurs longs vêtements, la tête coiffée d'une sorte de tiare, la barbe et les cheveux tressés à la mode assyrienne, les deux hommes sont d'une beauté parfaite. Sur les jambes de la prêtresse se replient de grandes ailes de vautour noir d'un effet saisissant. Ce sont certainement les plus belles pièces du Musée, peut-être même les plus beaux spécimens connus de l'art punique.

À Carthage également, la Direction des Antiquités et Arts est parvenue à découvrir le théâtre romain, jadis détruit par les Vandales. Le déblaiement en est presque achevé. Bientôt, les colonnes se dresseront de nouveau sur leurs bases, se couronneront de leurs chapiteaux, et l'ordonnance générale de l'édifice apparaîtra à tous les yeux.

Le plan général de la grande cité a été établi, et par le réseau des égouts, on a reconstitué celui des rues et des impasses. D'autre part, les fouilles méthodiques exécutées à Dougga ont amené la découverte d'une superbe mosaïque représentant les Cyclopes forgeant les armes d'Enée. Elle forme aujourd'hui le principal ornement d'une des nouvelles salles du Bardo. Enfin, dans les vastes solitudes de la Tunisie méridionale, le Service des Antiquités a exhumé, sur les bords de la mer de Bou-Grara, les restes de la ville romaine de Gightis, qui paraît avoir été un emporium assez considérable, si l'on en juge par les dimensions de ses quais, de son forum et le nombre de ses monuments.

Le Gouvernement français n'ignore ni ce labeur, ni ces riches trouvailles, mais n'en continue pas

moins à se désintéresser complètement des moyens à employer pour multiplier les découvertes et assurer la conservation des monuments historiques. C'est aux modestes finances de la Régence qu'est laissée la lourde charge de subvenir à ces dépenses. Par suite, le Service des Antiquités ne peut disposer que d'un budget ridiculement faible. Depuis plusieurs années, on réclame à la France une partie des ressources si libéralement affectées aux missions scientifiques d'Asie-Mineure, de Perse ou de Grèce. L'an dernier, M. Emile Chautemps a fait adopter par la Commission du budget de la Chambre des députés une proposition donnant satisfaction au désir des archéologues. Le Parlement n'a pas sanctionné ce vote, et c'est vraiment regrettable, quand on songe à tous les trésors encore enfouis à Oudna, Sbeitla, Haidra, Dougga, Bulla-Régia et tant d'autres régions inexploitées.

Grâce à l'emploi judicieux des fonds dont il dispose, le Service des Antiquités est néanmoins parvenu à constituer un Musée d'art arabe, installé dans une gracieuse habitation mauresque, attenante aux grandes salles de collections antiques du Bardo. Là, se trouvent rassemblés la lourde joaillerie dont se parent les femmes arabes et les produits plus grossiers de l'industrie des bijoutiers berbères. Fusils avec incrustation de nacre ou de corail, sabres et poignards aux fourreaux d'argent ciselé, lampes et veilleuses en cuivre curieusement fouillé, tapis aux mille nuances, vêtements brodés d'or ou d'argent, lits à fuseaux, vieilles faïences reproduisant quelques-uns des modèles phéniciens ou romains, forment déjà, dans ce petit palais, une collection de premier ordre pour l'étude de l'art oriental.

V

La préoccupation légitime de développer la connaissance des civilisations anciennes n'empêche pas le Gouvernement tunisien d'avoir le souci de la réalité présente, en améliorant les conditions d'existence des populations de la Régence par une organisation, sans cesse perfectionnée, des services d'hygiène. L'admirable installation de l'Hôpital français de Tunis a été signalée ici-même : nous n'y reviendrons pas, mais il nous est agréable de rendre hommage à l'esprit d'initiative dont fait preuve M. le Dr Brunswick-Le Bilhan, chirurgien en chef de l'« hôpital Sadiki », qui, avec de médiocres ressources et un personnel restreint, a fait de cet établissement, exclusivement réservé aux indigènes musulmans, un modèle du genre. C'est au même praticien que revient aussi l'honneur d'avoir provoqué la création des auxiliaires médicaux indigènes, institués par arrêté du 12 octobre 1903, pour « seconder le médecin européen là où il est

installé, ou le suppléer dans certains cas déterminés là où il n'est pas encore venu ». Transféré dans les locaux de l'ancien collège italien, l'« Hôpital israélite », bien que pauvrement doté et dépourvu des choses les plus essentielles à la bonne marche d'un établissement d'assistance, subit d'heureuses transformations sous l'énergique impulsion de son directeur, M. le Dr Albert Cattan.

Avec le développement des services d'hospitalisation, l'« Institut Pasteur » a pris une importance telle qu'un bâtiment spécial vient d'être affecté aux divers services dont il assume la charge. La nouvelle construction est heureusement située aux portes du parc du Belvédère et du jardin d'Essais, à deux pas de l'Ecole coloniale d'Agriculture, dont les élèves sont initiés par le directeur de l'Institut, M. le Dr Nicolle, aux diverses recherches scientifiques qui se poursuivent dans les laboratoires.

On ne saurait parler d'hygiène sans mentionner les énormes travaux accomplis pour l'adduction d'eau potable dans les principaux centres. Aux eaux de Zaghouan et de Djougar, qui ne suffisent pas à alimenter Tunis, s'ajoute, depuis quelques mois, l'apport des eaux du Bargou, relié à la canalisation primitive par une conduite de 30 kilomètres. Si l'on a éprouvé quelques mécomptes relativement à la quantité de liquide obtenu par l'aménagement de ces nouvelles sources, il est permis de prévoir que les travaux complémentaires en cours d'exécution, notamment l'abaissement du plan d'eau aux points de captation, permettront de donner aux habitants de Tunis les satisfactions attendues, d'autant mieux que les eaux de la Medjerdah, amenées aussi dans la capitale, seraient réservées à l'arrosage des rues et aux divers usages ménagers. Quant aux eaux d'égout, après leur réunion dans l'usine du boulevard de Paris, sur les bords du lac, elles seront refoulées, par une puissante machine, dans de vastes champs d'épandage disposés à cet effet, à une dizaine de kilomètres de la ville, sur la route de La Goulette.

Pour l'alimentation des villes du Sahel et l'irrigation de leur banlieue, on a capté les eaux de l'Oued Merguellil, qui vont apporter dans toute une région, jusqu'alors désertée, la vie et la prospérité. A Sfax, où les eaux de source sont rares, les études sont activement poussées pour la recherche des nappes souterraines et l'approfondissement des puits.

Bizerte reçoit les eaux des collines qui avoisinent ses faubourgs ; mais, en cette dernière cité, bien d'autres travaux sollicitent l'attention. Le canal mettant en communication le lac avec la mer a été élargi de 100 à 240 mètres, et le pont transbordeur qui reliait les deux rives a disparu pour faire place

à des bacs à vapeur. En mer, la digue de plein ean, perpendiculaire aux jetées, dresse au-dessus des vagues ses énormes blocs de 30 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur et 10 mètres de hauteur, maçonnés dans des caissons métalliques, puis coulés les uns sur les autres au moyen d'ingénieux appareils.

Les batteries d'artillerie qui forment le front de mer ont été renforcées et protègent efficacement la ville et les casernes, situées au premier plan, tandis qu'à quelques kilomètres en arrière, dans une crique du lac, connue sous le nom de baie de l'amiral Ponty, s'abrite la flottille de la défense mobile. Par une heureuse innovation, les indigènes ont été appelés à coopérer à l'organisation de notre marine militaire et, sous le nom de « Baharias », deux cents d'entre eux sont répartis sur les principales unités navales stationnées à Bizerte.

A l'arrière-plan, protégé contre toute attaque du côté de la mer, l'arsenal de Ferryville pourrait, dès maintenant, offrir aux vaisseaux désarmés le secours d'un outillage perfectionné, y compris deux cales de radoub, dont la plus grande mesure 240 mètres de longueur. Deux autres cales de dimensions moindres vont être construites et de nouveaux ateliers sont prévus, mais le personnel d'ingénieurs et d'ouvriers nécessaires au fonctionnement de l'arsenal n'est pas encore désigné. Il importerait au Gouvernement métropolitain de ne pas oublier que l'effort accompli risque d'être inutile, si les fluctuations de la politique intérieure peuvent, à tout moment, entraver le développement de ce formidable organisme. Les hésitations et les fausses manœuvres dans la conduite d'une aussi vaste entreprise ont, en outre, une fâcheuse répercussion sur la vie économique du pays byzertin.

C'est ainsi que l'arrêt des travaux de défense a provoqué, en ces derniers mois, une véritable crise commerciale dont Bizerte a beaucoup souffert. Préoccupé de cette situation, M. le Résident général Piclion a fait hâter la mise à l'étude du tracé du chemin de fer des Nefzas et de la ligne Béja-Mateur qui pourraient amener à Bizerte, avec des minerais de fer et de zinc, des vins et des céréales, susceptibles de déterminer l'accroissement du trafic et peut-être même la transformation de la place en un important port de relâche. Telle est la légitime ambition des Bizertins. Une première et large satisfaction leur serait déjà donnée, si tous les organismes de la vie militaire et maritime étaient en plein fonctionnement. Cela ne saurait tarder, car, en ce moment même, s'ouvre une période d'activité qui fera oublier les ennuis passés.

Pendant que Bizerte souffrait de la stagnation des affaires, les capitaux, refluant vers Tunis, y ont provoqué une fiévreuse activité. Des quartiers

neufs ont surgi dans la ville européenne, allongeant leurs rues entre la porte Bab-El Khadra et le boulevard de Paris, donnant un aspect plus coquet aux abords du Belvédère, entamant la « Petite-Sieile », ce cloaque immonde dont les masures lépreuses, bordées de ruisseaux fétides, sont un juste sujet d'étonnement pour le touriste, qui se demande comment on peut tolérer, dans une grande agglomération, à quelques mètres du palais où réside le représentant de la France, un pareil foyer de pestilence.

Un chemin de fer électrique, courant sur la berge du canal qui traverse le lac El-Bahira, mettra bientôt Tunis à un quart d'heure de la Goulette. Enfin, l'on achève de creuser dans les bords du lac un bassin à flot destiné aux phosphates qu'amènera de Kalaat-Es-Senam et de Kalaat Djerda le chemin de fer récemment mis en exploitation.

De cette ligne un embranchement se détache vers Le Kef, en sorte que la Tunisie se trouve ainsi dotée d'une nouvelle voie de pénétration de plus de deux cents kilomètres. On avait cru pouvoir, en cette circonstance, passer avec la Compagnie amodiatrice des gisements de phosphates une convention analogue à celle qui fut conclue antérieurement avec la Société des Mines de Metlaoui. L'intervention d'un député parisien eut pour effet de provoquer, à la tribune de la Chambre, un débat public, qui aboutit à l'abandon de la combinaison projetée et décida la prise en charge du nouveau chemin de fer par le Gouvernement tunisien, auquel les Pouvoirs publics de la Métropole accordaient l'autorisation d'émettre un emprunt de quarante millions pour la réalisation du programme soumis au Parlement.

Les redevances à percevoir sur les phosphates transportés seront certainement suffisantes pour assurer la rémunération des capitaux engagés par l'Etat dans cette entreprise. En outre, des mines et carrières ont été reconnues dans le voisinage de la voie ferrée. Leurs produits contribueront à l'augmentation des bénéfices de l'exploitation, sans parler de la qualité des terres des régions traversées, bonnes pour le bétail comme pour les céréales.

Sur d'autres points encore, des phosphates ont été découverts. Les couches d'Ain-Moulars sont particulièrement riches. On pouvait facilement relier ce gisement à la voie ferrée de Sfax à Gafsa par un embranchement de 22 kilomètres. La Direction des Travaux publics a pensé qu'il valait mieux prendre en écharpe toute la région centrale de la Tunisie, en construisant une ligne aboutissant au chemin de fer de Kairouan à Sousse, de façon à pouvoir fournir à cette dernière ville le fret qu'elle réclame avec insistance depuis tant d'années. Ce plan aura aussi pour conséquence heureuse de permettre la colonisation des régions fertiles de

Feriana, Kasserine et Sbeitla, aujourd'hui à peu près désertes, mais où se pressait une nombreuse population d'agriculteurs au temps de la domination romaine.

Pour dédommager la Compagnie des phosphates de Gafsa du droit de préemption qu'elle aurait peut-être pu faire valoir sur les gisements d'Ain-Moularès, si proches des siens, on lui a consenti une prolongation de durée pour sa concession du Metlaoui. D'autre part, la Compagnie s'engage à pousser la voie ferrée de Sfax à Gafsa jusqu'à l'oasis de Tozeur, aux portes du désert, ce qui aura pour effet immédiat l'accroissement du mouvement d'exportation des fameuses dattes du Djerid, principale source de richesse de toute la lisière saharienne.

Aussi bien au Metlaoui qu'à Kalaat Es Senam, les rails des chemins de fer tunisiens de pénétration s'arrêtent en deçà de la frontière algérienne. La seule ligne de la Medjerda unit les deux colonies. N'est-il pas étonnant qu'on ne mette pas plus d'empressement de part et d'autre à multiplier les moyens de communication entre le département de Constantine et la Tunisie? On objecte que le régime douanier et le système d'impôts sont trop différents dans les deux pays pour ne pas nécessiter des mesures spéciales en matière de relations économiques. Nous ne voulons voir là que les marques d'un protectionnisme outrancier, dont la disparition sera saluée avec joie par toute la population française de l'Afrique du Nord. C'est pourquoi nous espérons voir aboutir rapidement le projet de jonction de La Calle à Tabarka par une voie ferrée qui pourrait être prolongée jusqu'aux Nefzas, de même que nous souhaitons complète réussite aux promoteurs du chemin de fer Tabarka-Souk El Arba par Ain Draham. Multiplier les voies ferrées, puis relier les lignes de pénétration aux chemins de fer algériens sont autant de conditions nouvelles de prospérité économique pour la Régence.

Dès maintenant, les phosphates de Metlaoui assurent au port de Sfax un fret annuel de 475.000 tonnes, qui sera bientôt porté à 500.000. On calcule que tous les gisements phosphatés réunis vont déverser dans les ports tunisiens plus d'un million de tonnes chaque année. Une pareille production inquiète certains économistes; ils craignent non seulement une baisse de prix qui empêcherait ces diverses entreprises d'être fructueuses, mais encore l'épuisement rapide des couches, et ils se demandent si, d'ores et déjà, il ne serait pas prudent de limiter l'extraction des phosphates à un chiffre plus réduit que la quantité prévue. Outre que cette solution serait malaisée, de pareilles appréhensions semblent injustifiées, car le nombre des pays où la consommation des phosphates est

courante augmente sans cesse, et il est à présumer, par conséquent, que les prix ne subiront pas une baisse excessive.

La mise en exploitation des gisements de phosphates a eu pour effet de provoquer en Tunisie une véritable fièvre minière. Brusquement, les demandes de permis de recherches ont afflué à la Direction des Travaux publics. En une année, près de mille autorisations ont été données, et la foule des prospecteurs s'est ruée vers les montagnes qui recèlent la calamine, le cuivre, le plomb, le fer et même l'or, disait-on. On n'a trouvé d'autre or que les débris des bijoux portés par les femmes de Carthage, mais de nouveaux gisements de calamine ont été reconnus et l'on annonce qu'à 80 kilomètres de Tunis une importante mine de fer vient d'être découverte, dont la richesse pourra consoler les Tunisiens de voir dériver vers Bône les minerais de l'Ouenza.

Et non seulement de nouvelles concessions vont être pourvues de l'outillage nécessaire à leur exploitation, mais quelques-unes des anciennes mines reprennent une vie nouvelle. A Zaghouan, par exemple, et surtout au Djebel Ressas, relié directement au port de Tunis par une voie ferrée, l'activité est plus grande que jamais. Le Comité d'études de Tabarka et la Compagnie du Mokta El Hadid, concessionnaires depuis 1884 de mines de fer inexploitées, ont subi également les conséquences de l'impulsion donnée aux entreprises minières, car ils viennent d'être mis en demeure d'avoir à remplir les obligations de leurs cahiers des charges.

Le mouvement est donc général et l'on peut dire dès à présent que la Tunisie a cessé d'être un pays exclusivement agricole. La colonisation n'y présente plus un seul aspect. Par la richesse de leur sous-sol, certaines régions, réputées infertiles, contribueront à la prospérité générale, à l'égal des plaines les plus favorables au développement de la végétation. Heureuse évolution, car la diversité des ressources donnera au budget l'élasticité qui lui est indispensable pour faire face aux multiples besoins de la colonisation et permettra ainsi au Gouvernement du Protectorat d'envisager, avec plus de confiance, la solution des problèmes d'où dépendent la solidité de notre établissement politique et l'implantation dans la Régence d'une race de colons français, assez forte pour y maintenir les caractéristiques de notre génie national, tout en se mêlant aux immigrants de race latine et en s'adaptant aux conditions d'existence déterminées par le sol et le climat de l'Afrique mineure.

Gaston Loth.

Docteur ès lettres,
Directeur du Collège Alaoui

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Doll et Nestle. — *Lehrbuch der praktischen Geometrie.* — 1 vol. de vi-164 pages, avec 115 figures. 2^e édition (Prix : 4 fr. 75). B. G. Teubner, Leipzig, 1905.

Le titre de cet ouvrage n'est pas assez approprié au contenu et aurait gagné en clarté en se transformant en : « Traité pratique d'arpentage, levé des plans et nivellement ». C'est, en effet, un manuel destiné surtout aux élèves des Ecoles techniques moyennes et aux praticiens des constructions sur le terrain. Une partie du volume comprend la description des principaux instruments, et aussi des plus récents, employés dans ces sortes de travaux (théodolite, planimètres, niveau de pente, niveaux perfectionnés, etc.). Une deuxième partie est consacrée aux calculs et partages de surfaces et aux opérations du tracé des courbes et des profils, le tout ne nécessitant que l'emploi des éléments d'Algèbre et de Trigonométrie.

L'ouvrage paraît bien conçu; peut-être faut-il regretter que l'étude des plans cotés et des éléments de triangulation y soit trop écourtée. **Ed. DEMOLIS,**

Professeur à l'Ecole professionnelle de Genève.

Chollet. *Actuaire du Crédit Foncier de France.* — *Remboursement des emprunts à long terme.* — 1 vol. in-8° de 99 pages (Prix : 40 fr.). Dulac, éditeur, Paris, 1905.

On sait que la théorie des opérations financières à long terme nécessite l'établissement de quelques formules importantes qui servent à la solution de presque tous les problèmes particuliers. Les beaux travaux de F. Thoman et de M. Achard semblent avoir épuisé le sujet au point de vue général et tous les travaux publiés sur les emprunts ne peuvent être que la recherche de la solution de cas particuliers d'ailleurs intéressants.

L'étude de M. Chollet est, en effet, consacrée uniquement aux modes de remboursement des emprunts à long terme; il semble, d'ailleurs, que l'auteur se soit fait une spécialité de la solution des problèmes d'amortissement, car il a déjà publié divers articles très documentés dans le *Bulletin des Actuaires français*.

L'introduction du livre est un rappel fort intéressant des notions d'Economie politique relatives à l'amortissement des emprunts; l'auteur, après avoir exposé très impartialement les diverses théories économiques, semble conclure à la nécessité absolue de l'amortissement et réprouve les rentes perpétuelles; cette solution nous paraît trop absolue et, en ce qui concerne les Etats, il faudrait établir des distinctions suivant la nature même des emprunts (emprunts de guerre, emprunts pour travaux, etc.).

Le livre se compose de deux parties :

1^{re}. Une, peu développée, relative aux rentes perpétuelles, contient un historique des Caisses d'amortissement et quelques citations très heureuses du Dr Price, de J.-B. Say et Léon Say;

2^e. Autre, fort importante, est consacrée aux emprunts remboursables par tirages au sort.

Ces emprunts sont classés par l'auteur en trois catégories :

1° Emprunts à capital transformé, c'est-à-dire employé par l'emprunteur en travaux, et remboursables par des annuités fixes servies à l'aide d'impôts; la théorie en est connue depuis longtemps et a été exposée de nombreuses fois; nous regrettons que M. Chollet n'ait pas signalé, parmi les ouvrages qui se sont

occupés de cette question, celui de F. Thoman et le traité si clair de M. Brasilier, le meilleur de tous les ouvrages d'auteurs français;

2° Emprunts à capital non transformé sans lots;

3° Emprunts à capital non transformé avec lots.

Dans ces deux chapitres, nous reconnaissons sans peine l'actuaire du Crédit Foncier, et le mécanisme de la double opération de ce grand établissement y est exposé d'une manière très claire et très précise; il ne pouvait en être autrement. Nous aurions souhaité que les longues formules mathématiques, qui rendent l'ouvrage assez difficile à lire, même pour les habitués du calcul financier, aient été simplifiées; certains exposés ressemblent trop à la solution d'un bon élève de mathématiques spéciales et certaines constructions de courbes très simples n'auraient pu être traitées avec moins de détails : ce livre ne s'adresse qu'à un public restreint, ayant ou devant avoir de bonnes connaissances mathématiques, et le lecteur aurait fait crédit à l'auteur d'explications un peu trop développées.

Nous devons cependant féliciter M. Chollet de son excellent travail, qui constitue une contribution très importante à l'étude des nombreux cas particuliers d'emprunts à long terme; son livre a une place toute marquée dans les grandes administrations, chemins de fer ou banques, pour lesquelles ces questions sont capitales.

A. BARRIOL,
Actuaire.

Directeur de l'Institut financier et des Assurances.

2° Sciences physiques

Eiffel (G.), Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France. — *Etudes pratiques de Météorologie et Observations comparées des Stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey pour l'année 1903.* — 1 vol. gr. in-4° de 377 pages et 4 atlas gr. in-4° de 24 pl. Imp. L. Maretheux, Paris, 1905.

Ce livre n'avait été préparé qu'en vue de continuer les observations et les comparaisons systématiques de 1902 entre les trois stations de Beaulieu (près de Nice), Sèvres, et Vacquey (entre Bordeaux et Libourne); mais, comme il arrive toujours quand on travaille sérieusement et qu'on n'est pas gêné par un programme imposé, l'auteur a élargi son sujet; d'abord ses comparaisons ne se sont pas limitées à trois stations; ensuite et surtout, il a été amené à formuler des idées générales dont quelques-unes ont déjà fait leur chemin.

M. Eiffel ne désire rien changer aux habitudes d'extrême précision des observatoires de premier ordre; mais il propose, sur plusieurs points, des simplifications qui donneraient au personnel moins nombreux des observatoires particuliers le moyen de rendre des services presque équivalents dans la pratique.

Pour cela, il recommande l'emploi presque absolu des instruments enregistreurs, et le remplacement des observations directes d'heure en heure par une ou deux observations de contrôle en vingt-quatre heures. Cette simplification est possible aujourd'hui que les enregistreurs sont devenus des instruments presque parfaits. Il n'est pas besoin de s'étendre sur les avantages des instruments en ce qui concerne le vent; un anémomètre Robinson ou un Richard convenablement taré donne des renseignements bien autrement précis que les évaluations à l'estime. En outre, la continuité des courbes permet d'étudier en détail les variations brusques dont, souvent, les observations horaires ne permettent pas même de soupçonner l'existence.

Il en est de même, dans une mesure moindre, pour les autres éléments météorologiques, relevés directement avec une précision souvent illusoire. A quel bon recueillir à grands frais les observations thermométriques au dixième de degré, quand le simple aspect de la courbe d'un enregistreur Richard montre, d'une minute à l'autre, dans un mètre-thermomètre sous abri, des variations de 3 à 5 dixièmes. L'atmosphère n'est pas homogène et consiste en filets d'air très voisins à température très variable. Le peu que l'on pourrait en précision apparente serait largement compensé par la continuité des courbes des enregistreurs. Si l'on veut bien nous permettre une remarque personnelle, nous ajouterons ici que l'étude des grains et des orages eût été infiniment plus difficile, sinon impossible, sans l'emploi des instruments enregistreurs, qui ont permis de voir la vraie relation entre les changements brusques produits sur tous les éléments météorologiques par le passage de ce que nous avons appelé le *ruban de grains*.

Les moyennes très étendues — annuelles ou mensuelles — ont été la base nécessaire de la Climatologie. Mais l'auteur fait remarquer avec grande raison que les moyennes qui correspondent à des périodes plus courtes, aux décades, par exemple, font mieux entrer dans l'intimité réelle des phénomènes.

D'autre part, on avait fait observer depuis longtemps que les moyennes générales sont loin de donner la vraie physiologie d'un climat. Ainsi, New-York et Paris ont la même moyenne annuelle; on sait pourtant combien le climat de Paris est modéré, combien celui de New-York est extrême. Mais, jusqu'à présent, on s'était borné là-dessus à des remarques générales. M. Eiffel, entrant dans l'application pratique de cette idée, remplace les moyennes annuelles ou mensuelles par des graphiques de maxima ou de minima journaliers accolés, qui donnent, au premier coup d'œil, la physiologie de chaque station en ce qui concerne les divers éléments météorologiques: pression, température, etc. Pour faciliter les comparaisons, il établit chaque graphique en second exemplaire sur papier calque. On devine les avantages de cette importante innovation.

Nous ne pouvons entrer dans tous les détails. Citons-en encore un ou deux: l'auteur propose de ne plus indiquer, pour un laps de temps déterminé, la vitesse moyenne du vent, mais de la remplacer par l'espace parcouru pendant cette période. Quant aux vitesses instantanées, selon nous, il préfère les noter en kilomètres à l'heure plutôt qu'en mètres par seconde: l'essentiel est que ces à-coups brusques soient exprimés sous une forme qui les rende facilement comparables.

M. Eiffel propose aussi, avec grande raison, à notre avis, de remplacer par la durée de l'insolation pendant une journée, en d'autres termes par la *fraction d'insolation*, les notations, faites à l'estime et très arbitrairement, de la nébulosité.

Le bel atlas qui accompagne ce volume rend facile et rapide la vérification des idées de l'auteur. Nous prions le lecteur de s'y reporter.

Pour finir, au risque de rappeler M. Josse, nous indiquerons, dans ce travail si riche en faits et en idées, une lacune. Les grains n'y sont pas étudiés. Si l'on se rend compte que tout accroissement brusque et violent de la force du vent est un grain, que toute averse de pluie ou de grêle, toute giboulée même est accompagnée d'un grain, on verra qu'il y a là, pour l'avenir, une ample matière à observations. Et nous ne doutons pas que cette lacune soit comblée dans le courant de l'année prochaine, au grand bénéfice de la science.

E. DURAND-GREVILLE.

Armagnat H. — La Bobine d'induction. — 1 vol. in-8° de 223 pages, avec 109 figures. (Prix: 5 fr.). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Il est peu d'appareils qui aient joué, dans l'évolution des sciences physiques, un rôle aussi important que la bobine d'induction. Accueillie avec faveur dès son apparition vers 1837, à cause de la facilité avec laquelle

elle permettait d'obtenir, avec les courants des piles, les effets dus aux machines électrostatiques à haute tension, elle a subi, dans les vingt premières années qui ont suivi son invention, les grands perfectionnements tels que l'adjonction du condensateur, la construction par cloisonnement, l'emploi de l'interrupteur à mercure, qui en ont fait l'appareil puissant que nous connaissons aujourd'hui.

Pendant toute cette période, et dans les trente années qui ont suivi, elle est restée confinée dans les laboratoires, où elle a servi surtout à étudier les brillants effets de décharge disruptive dans les gaz, qui ont acquis par la suite une si grande importance. Personne n'a oublié le rôle qu'elle a joué, à cette époque, dans les études spectroscopiques.

Depuis 1890, la bobine d'induction a acquis une importance nouvelle qui l'a fait pénétrer dans le domaine industriel. C'est, en effet, dans cette courte période qu'on a vu naître successivement son application à la production des rayons Röntgen, à celle des ondes électriques, à la télégraphie sans fil, à la fabrication industrielle de l'ozone, sans compter l'emploi de plus en plus fréquent qu'on en fait dans les moteurs à gaz ou à pétrole pour l'allumage du mélange explosif.

Quand les phénomènes électriques se présentent sous forme de décharges disruptives, ils offrent un caractère de complexité qui les rend difficiles à débrouiller; c'est là, sans doute, une des raisons pour lesquelles aucun ouvrage d'ensemble n'avait été écrit jusqu'ici sur la bobine d'induction. Cette lacune vient d'être très heureusement comblée par M. H. Armagnat. Nul n'était plus qualifié, pour mener à bien un travail de ce genre, que l'ingénieur d'une de nos plus importantes maisons de construction d'instruments de précision.

Dans le livre qu'il vient d'écrire, M. Armagnat traite la bobine d'induction à la fois au point de vue théorique et au point de vue pratique. Après un exposé historique complet, il s'occupe d'abord, d'une manière exclusivement théorique, des interrupteurs mécaniques, puis des interrupteurs électrolytiques, tels que celui de Wehnelt, dont l'application à la bobine d'induction constitue un des perfectionnements les plus récents. Grâce à l'emploi des oscillographes, on possède aujourd'hui, pour étudier les détails complexes qu'entraîne la rupture du courant inducteur, un précieux moyen d'investigation qui manquait autrefois.

Après deux nouveaux chapitres consacrés à l'étude du courant induit dans le circuit secondaire, puis à la puissance et au rendement de l'appareil, l'auteur passe au côté pratique en décrivant les divers modes de construction des bobines, en reprenant la question des divers interrupteurs au point de vue de leur disposition réelle, et en indiquant les dispositifs spéciaux qui permettent d'obtenir des phénomènes de haute fréquence. Enfin, un dernier chapitre est consacré aux diverses applications de la bobine d'induction et une bibliographie très complète termine le volume.

Malgré le caractère ardu du côté théorique de la question, M. Armagnat a su élaguer les surcharges inutiles et éviter les calculs longs et fastidieux. En publiant cette monographie, il a rendu un véritable service à tous ceux, praticiens ou savants, qui s'intéressent à la science électrique.

E. COLARDEAU.

Professeur de Physique au collège Rollin.

Danneel H. — Jahrbuch der Electrochemie für 1902 und 1903. RÉPERTOIRE ANNUEL D'ELECTROCHIMIE POUR 1902 ET POUR 1903. — 2 vol. in-8° de 750 et 930 p. (Prix: 26 marks le volume. W. Knapp, Halle a. S., 1904 et 1905).

Le Répertoire d'Electrochimie, fondé en 1894 par MM. Nernst et Borchers, est publié depuis 1901 par M. Danneel. Les deux volumes pour 1902 et 1903 ont paru très rapidement, grâce à une nouvelle répartition du travail entre plusieurs collaborateurs. Le tome IX pour 1902 est conçu sur le plan des précédents; le sujet

est divisé en deux parties principales : Electrochimie scientifique et Electrochimie appliquée. Un chapitre spécial a cependant été consacré aux procédés de contact (catalyse).

Avec le tome X, le cadre de la publication a été élargi, notamment pour la partie scientifique. M. Danneel a pensé, avec raison, que les progrès de l'Electrochimie théorique étaient indissolublement liés à ceux de la chimie physique dans son ensemble; les principaux travaux se rattachant à la règle des phases, à la loi d'action des masses, à l'hydrolyse et à la catalyse ont donc été pris en considération, aussi bien que ceux d'Electrochimie pure.

La partie appliquée est toujours traitée sur le plan des volumes précédents; elle est remarquablement documentée; les sources bibliographiques et les cotes de brevets sont fort nombreuses; il nous a semblé cependant que divers travaux non publiés par les périodiques allemands ou non analysés par ces derniers n'avaient pas été pris en considération.

Néanmoins, tels qu'ils sont, les volumes du *Jahrbuch der Electrochimie* constituent une source d'informations de grande valeur, qui continuera à avoir sa place marquée dans toutes les bibliothèques des laboratoires où l'on s'intéresse aux questions d'Electrochimie.

P. A. GUYE.

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

Agenda Lumière pour 1906. — 1 vol. de 400 pages (Prix : 1 fr.), Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1906.

Nous signalons avec plaisir la publication de la dernière édition de cet agenda, véritable *vade mecum* du photographe. Documents physiques, chimiques, photographiques, recettes et formules diverses se distinguant surtout par le caractère pratique, on trouve tout cela dans ce petit volume dont l'éloge n'est plus à faire, ainsi que le prouve le succès qu'il obtient.

3° Sciences naturelles

Kayser E., Maître de Conférences de Microbiologie à l'Institut National Agronomique. — **Microbiologie agricole** — 1 vol. in-8° de 440 pages et 100 figures (Prix : 5 francs). J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1905.

Il y a quelque dix ans, mon regretté maître et ami P.-P. Dehérain avait tenté, dans un timide essai, de vulgariser les notions que l'on possédait alors sur le rôle que jouent les microbes en Agronomie. Depuis cette époque, de nombreux travaux sont venus préciser et étendre encore nos connaissances sur ce sujet, dans une telle mesure qu'aujourd'hui la question ne peut plus être traitée que par un spécialiste, connaissant à fond la Microbiologie, les sciences agronomiques et leurs applications.

C'est cette tâche que M. Kayser a entreprise; nous nous plaisons à reconnaître que, grâce à sa compétence bien connue, il y a parfaitement réussi. L'ouvrage, qui fait partie de l'Encyclopédie agricole, publiée sous la direction de M. Wéry, est d'allure franchement scientifique et paraîtra peut-être un peu difficile à lire aux agronomes praticiens; il sera certainement d'une grande utilité aux professeurs d'Agriculture, qui y trouveront sur plus d'un point une voie nouvelle à explorer, ainsi qu'une foule de matières destinées à devenir fondamentales dans leur enseignement.

S'il était autrefois nécessaire, dans son intérêt même, de faire savoir au cultivateur que le sol peut servir de receptacle à certains germes redoutables, comme ceux du charbon et du tétanos, il est bon maintenant de lui apprendre que tous les microbes ne sont pas des ennemis; le temps est venu de le reconnaître en lui montrant sa terre peuplée d'espèces utiles, plus nombreuses que les espèces nuisibles, dont chacune travaille à son profit, et dont il est capable, dans une certaine mesure, de favoriser la prolifération par des pratiques simples. C'est ce que fait M. Kayser, et le sentiment

qu'on éprouve à la lecture de son livre, c'est que désormais l'agronome devra s'inquiéter de l'alimentation des microbes de sa terre autant que de celle des plantes qu'il a semées. Sans doute, l'auteur ne nous donne aucune règle ni aucun formulaire pratique immédiatement applicable à cette agriculture des infiniment petits; la question n'est pas encore au point, quoiqu'on puisse citer à son actif quelques tentatives d'ensemencement du sol par les *Bacillus radiclecola* et *megathrium*; il était au moins utile qu'elle fût soulevée, pour répandre cette notion capitale que nombre de microorganismes sont pour nous de véritables auxiliaires, auxquels nous devons aide et protection. La fertilité de la terre est intimement liée à leur développement et la semi-réussite de la nitrification est là pour nous montrer ce que l'on peut attendre d'eux dans les applications.

On ne peut évidemment parvenir à aucun résultat, en pareille matière, si l'on ne possède à l'avance quelques données générales sur la morphologie des microbes, leurs exigences, leurs fonctions, les diastases qu'ils sécrètent, leurs modes de cultures, etc.; aussi M. Kayser consacre-t-il le premier chapitre de son livre à une révision rapide des méthodes employées en Microbiologie. C'est seulement après cette initiation préalable qu'il entre dans son sujet et expose d'une manière systématique l'état actuel de nos connaissances sur la flore microbienne de la terre arable et la microbie appliquée aux industries agricoles : distillerie, vinification, féculerie, boulangerie, ensilage, rouissage, lacterie, tannerie, etc.

La fabrication du fumier, la fixation de l'azote par les légumineuses, l'emploi des engrais verts comme agents de fertilisation du sol, l'épuration microbienne des eaux résiduaires, la conservation des produits alimentaires par fermentation, plasmolyse ou stérilisation font l'objet d'autant de chapitres qui, par leur importance ou leur actualité, méritent au plus haut point l'attention.

Nous ne pouvons malheureusement que les signaler ici, car, pour chacun d'eux, le sujet est trop touffu pour se prêter même à une analyse succincte. Pour en apprécier le puissant intérêt, il faut les lire *in extenso*, ce à quoi on est d'ailleurs à peu près obligé, car l'auteur a omis d'introduire dans sa table des matières beaucoup d'indications qu'on aimerait à y voir; mais c'est là un défaut qui, avec l'absence de données bibliographiques, est commun à nombre de publications françaises; je n'insiste pas. L'ouvrage n'en est pas moins l'un des meilleurs, parmi ceux qui composent l'Encyclopédie agricole.

L. MAQUENNE,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'histoire naturelle.

Kieffer (abbé J.-J.), membre de la Société entomologique de France. — **Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie. Tome II, 2° fascicule.** — 1 vol. in-8° de 460 pages, avec 13 planches (Prix : 24 fr.). J. Hermann, éditeur, 6-12, rue de la Sorbonne, Paris, 1905.

Ce second fascicule complète la magnifique monographie des Cynipides, faisant partie du *Species des Hyménoptères* entrepris par Edmond André. (Voir les analyses des fascicules précédents dans la *Revue générale des Sciences*, t. XIV, n° 2, p. 104; t. XV, n° 2, p. 99.)

Le présent fascicule comprend les Cynipides zoophages, tels que les Euvainides, parasites à l'état larvaire chez les Blattelles, les larves d'Hyménoptères et les larves xylophages de Coléoptères; les Staphanides, qui parasitent sans doute diverses larves xylophages; les Trigonafides, parasites des Vespides, et enfin les Agriotipides, qui plongent pour pondre leurs œufs dans les larves aquatiques de Phryganes. Un supplément considérable, nécessaire par les acquisitions récentes, un catalogue méthodique et synonymique des Cynipides d'Europe et d'Algérie, et enfin une table

alphabétique très détaillée, terminent cette monographie, vrai monument d'érudition et de patience, qui fait le plus grand honneur à M. Kieffer.

L. GRÉVOT.

Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Bouchacourt (Dr L., ancien Chef de clinique obstétricale à la Faculté de Médecine de Paris. — *Hygiène de la grossesse et Puériculture intra-utérine*, avec une préface de M. le Professeur Buis. — 1 vol. in-18 de 518 pages, avec 7 planches hors texte (Prix : 5 fr.). O. Doin, éditeur, Paris, 1905.

Ce petit traité d'Hygiène de la grossesse ne s'adresse pas seulement aux femmes enceintes, comme son titre pourrait le faire supposer; il intéresse également les médecins, les éleveurs, les avocats, les philanthropes et les hommes d'Etat ayant quelque souci des questions sociales.

L'auteur est resté fidèle à sa méthode habituelle de travail, qui consiste à faire de larges emprunts aux faits tirés de la vie animale et aux observations provenant de la pratique vétérinaire; comme précédemment, il a émaillé son texte d'anecdotes toujours instructives, quelquefois amusantes, qui rendent plus facile la lecture du livre.

Après avoir fait l'histoire, à travers les âges, des variations dans la durée de la gestation, M. Bouchacourt passe en revue les causes, si nombreuses, qui sont capables d'abréger — ou même parfois d'allonger — la durée physiologique de la grossesse.

Ce petit traité de la grossesse, fait à un point de vue spécial et particulièrement intéressant, contient l'exposé des moyens que la nature, la science et l'observation mettent à la disposition de la femme enceinte, pour réduire à leur minimum les chances de mettre au monde un enfant débile. Dr P. DESROSES.

5° Sciences diverses

Meyer Dr M. Wilhelm. — *Die Naturkräfte. Ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen*. — 1 fort vol. gr. in-8 de 671 pages, avec 474 figures dans le texte et 29 planches. Bibliographisches Institut, Leipzig et Vienne, 1905.

Jusqu'à ces dernières années, la science allemande était restée très universitaire, car beaucoup de professeurs eussent pensé déroger en mettant leur savoir sous une forme accessible à tous, par des écrits ou des conférences. Helmholtz, il est vrai, donna l'exemple, venu de haut, du « populärer Vortrag ». Mais il ne faudrait pas se méprendre sur le qualificatif « populaire », car il est bien des hommes très cultivés auxquels l'intelligence complète d'un des discours du maître impose une étude très approfondie. Rien de semblable, en somme, aux écrits des savants français et surtout des maîtres de la pensée anglaise qui ont, de tout temps, distribué libéralement autour d'eux leur science dans ce qu'elle avait de vraiment populaire.

La création de l'Urania de Berlin fut un grand pas vers la vulgarisation de la science en Allemagne. Puis, le mouvement s'accroissant, on vit se combler de plus en plus le fossé large et profond qui avait subsisté entre la masse et l'élite des savants officiels. L'ouvrage que nous avons sous les yeux est certainement un des meilleurs qui aient été écrits en Allemagne pour mettre une branche de la science à la portée de tous. Bien imprimé, abondamment illustré de belles figures et de planches en couleur d'un très agréable aspect, il a toutes les apparences du livre populaire, où tout est combiné pour soutenir l'intérêt. Assurément, il est plus sévère que les ouvrages français poursuivant le même but. L'auteur n'a point les envolées de Camille Flammarion ou la verve de Georges Claude. Il est un peu plus solennel, sans cependant avoir plus de lour-

deur que n'en comporte normalement la phrase liée aux exigences de la syntaxe germanique.

Pourquoi le titre choisi? L'auteur nous l'explique dans sa première phrase : « Dans la Nature, rien ne reste en repos, tout se déplace ou se transforme, les mouvements sont dus à des forces, et connaître ces forces, c'est connaître la Nature. »

L'étude débute par un bon exposé des notions élémentaires sur la mesure, la force mécanique, la matière. Puis, par un sentiment très juste de ce que doit être un enseignement populaire, l'auteur consacre un chapitre aux « portes de la connaissance », en décrivant les organes des sens et leurs relations avec le monde extérieur.

Le corps lui-même de l'exposé est divisé en trois parties : les phénomènes physiques, les phénomènes chimiques, le développement des phénomènes naturels.

La partie physique est très claire et parfaitement documentée, même dans la science étrangère à laquelle l'auteur rend pleine justice; on y trouve en dose égale les applications et la simple description des phénomènes, et ces deux ordres de données scientifiques se côtoient constamment dans un mélange qui ne manque pas d'imprévu. La photographie de la gerbe d'éclatelles d'une bobine est suivie immédiatement d'une série de vues de quelques installations très typiques de transport électrique par des courants de haute tension transformés. Puis, sans beaucoup de transition, nous trouvons la télégraphie sans fil, et c'est seulement après en avoir décrit les appareils et les résultats que l'auteur donne, sous le titre d'Electro-optique, l'œuvre de Hertz. On avait toujours fait l'inverse jusqu'ici, et cela semblait naturel. Encore pourrait-on penser que ce dernier chapitre a été séparé des applications pour pouvoir lui donner plus d'ampleur, revenir au spectre ordinaire, et insister sur cette grande synthèse de la fin du XIX^e siècle, grâce à laquelle les domaines de l'Electricité et de l'Optique ne sont plus séparés. L'auteur ne fait que l'effleurer, et on pourra le regretter, car ce rapprochement est un de ceux qui frappent le plus les personnes curieuses de science.

La Chimie occupe, dans l'ensemble, un peu moins de place que la Physique; encore, cette dernière fait-elle de fréquentes incursions dans la deuxième partie de l'ouvrage, puisque, après avoir parlé des combinaisons, M. Meyer reprend l'analyse spectrale, les relations avec la lumière, la cristallisation. De belles planches en couleur nous montrent les diverses pierres précieuses et les cristaux les mieux connus, une vue des colorations typiques des feuillages dans cette saison, particulière à l'Amérique du Nord, que l'on nomme l'été indien, etc.; des planches en noir représentent la flore de l'époque carbonifère, les formes bizarres et gracieuses des squelettes siliceux des algues, une mine de charbon, une mine de diamant.

La troisième partie donne comme une synthèse progressive de nos connaissances sur des ensembles de plus en plus considérables. Le point de départ est l'atome, dont les premières associations forment les combinaisons chimiques, puis les êtres vivants, enfin les amas considérables que sont les corps célestes. La conclusion est que ces derniers eux-mêmes sont comme les atomes de l'univers, susceptibles à leur tour de s'associer, et auxquels nous ne donnons, dans la Nature, une place à l'opposé des atomes que parce que notre taille nous place à peu près à égale distance des uns et des autres.

Ainsi, à la description pure des phénomènes et des objets, l'auteur ajoute quelques vues philosophiques qui peuvent faire penser. C'est un attrait de plus donné à un ouvrage populaire, dont celui de M. Meyer porte tous les caractères. Un peu confus peut-être par endroits, un peu en désordre par-ci par-là; mais un beau désordre, a-t-on dit, est un effet de l'art.

Ch.-Ed. GUILLAUME,

Directeur-adjoint

du Bureau international des Poids et Mesures.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Hadamard étudie la possibilité et l'unicité de l'inversion de deux fonctions définissant une transformation ponctuelle plane. — M. W. Stekloff signale un deuxième cas possible du mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution lorsqu'il ne change pas sa figure pendant le mouvement. — M. Edm. Seux étudie le problème de la stabilité des aéroplanes et de la construction rationnelle des plans sustentateurs. Pour lui, l'aéroplane devant posséder : 1^o un appareil de réglage automatique de stabilité longitudinale plan régulateur placé à l'arrière et mobile sur son axe ; 2^o un ou deux plans sustentateurs semi-rigides, semi-flexibles. — M. Em. Belot déduit, de ses théories cosmiques, que les comètes proviennent, entre certaines limites de distance au Soleil, de traînes de poussières cosmiques dirigées le long de la trajectoire solaire vers l'apex et l'anti-apex.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Th. Moreaux indique la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1^{er} janvier 1906. La déclinaison est de 44°53'73, l'inclinaison de 64°48'. — M. G. Lippmann décrit une méthode permettant de déterminer la constante d'un électrodynamomètre absolu à l'aide d'un phénomène d'induction ; lorsque l'appareil est symétrique, l'expérience se réduit à constater l'équilibre d'un galvanomètre, puis à mesurer son un angle, soit une longueur. — M. P. Vaillant a étudié la variation avec la température du spectre d'émission de la lampe Cooper-Bewitt. L'intensité lumineuse des diverses lignes du spectre croît d'autant plus rapidement avec la puissance fournie que la longueur d'onde est plus grande. — M. F. Wallerant a observé dans des mélanges isomorphes, comme dans les solutions, les deux phénomènes de la diffusion et de la cristallisation ; mais, ces phénomènes se produisant au moment de la disparition de l'édifice cristallin, ils viennent plutôt à l'encontre de l'hypothèse de l'analogie des solutions et des cristaux mixtes. — M. C. Matignon et E. Cazes, en réduisant à haute température le chlorure anhydre de samarium SmCl₃ par l'hydrogène, ont obtenu un sous-chlorure, le chlorure samariteux SmCl₂. La même réduction a lieu par le passage d'un courant d'AlH₃. — M. D. Tommasi a préparé l'étain spongieux par électrolyse du chlorure stanneux avec une cathode tournante, de laquelle deux frotteurs détachent le dépôt métallique au fur et à mesure de sa formation. — M. Em. Vigoureux a constaté que, dans les silures de cuivre purs, la teneur en silicium combiné est très voisine de 10 %. Il en a isolé le siliciure cuivreux Cu₂Si, à éclat métallique ; D = 7,58. — M. L. Hackspill, en réduisant les chlorures d'argent et de cuivre par le calcium, a obtenu des alliages de ces métaux avec le calcium. Les alliages Ag-Ca sont gris, à cassure cristalline, pulvérisables, attaqués à froid par l'eau. Les alliages Cu-Ca sont jaune orangé, à propriétés voisines des précédentes. — M. R. Dionneau, en faisant réagir le brome ou l'iode sur les éthers-oxydes de l'hexaméthylène, a obtenu des dérivés qui, par réaction avec Mg et ICH₂COH, conduisent au diiodoheptane-1,7. Il, 478 sous 20 millimètres. — M. E. Chablay a observé que la molécule d'un métal-ammonium alcalin réagit comme hydrogénante sur les dérivés halogénés bromés et iodés, et, par extension, sur les dérivés trisubstitués, condition que toutes les substitutions soient faites sur le même atome de carbone. Elle réagit, au

contraire, simplement par son métal alcalin lorsque les deux substitutions sont faites sur des carbones différents. — M. Eug. Roux a reconnu que tous les amidons naturels examinés par lui sont essentiellement constitués par de l'amylose, comme la fécule ordinaire, et qu'ils en renferment à peu près la même proportion ; ils renferment, en outre, de l'amylopectine. — M. V. Henri a étudié l'action de l'inverine dans un milieu hétérogène. Le mode de répartition du ferment a une importance très grande pour la loi d'action de ce ferment. — M. G. André a déterminé les variations de l'azote dans les feuilles des végétaux. La concentration des sucres en azote soluble est notablement plus élevée chez les feuilles de la plante annuelle que chez celles de la plante vivace. — M. E. Léger a extrait des touraillons d'orge un alcaloïde nouveau, l'*l'ordénine*, en prismes incolores, anhydres, F. + 117°8, inactifs. C'est une base forte, de formule C¹¹H¹²N²O, donc isomérique avec l'éphédrine ; elle est tertiaire et monacide.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. L. Camus a fait l'étude physiologique de l'ordénine. Elle est peu toxique et donne lieu, en injection ou ingestion à forte dose, à des manifestations d'origine corticale ou bulbaire. Quand la mort se produit, elle est déterminée par un arrêt de la respiration. — M. R. Koehler a déterminé les Echinodermes (Stellérades, Ophiures et Echinides) recueillis par l'expédition Charcot. Il a trouvé plusieurs espèces nouvelles, et deux genres nouveaux, dont l'un devient le type d'une famille nouvelle, celle des Crystériidées. — M. P. Guérin a étudié les canaux sécréteurs du bois secondaire des Diptérocarpes. Chez certaines espèces, ils apparaissent de très bonne heure ; ils prennent naissance dans le cambium, à la façon de ceux des *Copaltéra* et *Daniellia*. — M. Maige a constaté que, chez la plupart des plantes, l'intensité respiratoire de la fleur rapportée au poids frais va en décroissant régulièrement depuis les stades les plus jeunes jusqu'à l'épanouissement ; chez un petit nombre d'espèces, c'est le contraire qui a lieu. — M. A. Chevallier a reconnu, par ses études sur l'Atlantique nord, que la circulation océanique est notablement plus active au voisinage de la surface que dans les profondeurs, où elle diminue d'intensité jusqu'à devenir sensiblement nulle. Les courants, suivant une même verticale, quoique souvent très rapprochés, peuvent manifester des directions notablement différentes.

Séance du 13 Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Goursat communique ses recherches sur les intégrales infiniment voisines des équations aux dérivées partielles. — M. E. Merlin recherche, dans une famille de réseaux conjugués à une même congruence, combien il peut y en avoir à invariants égaux. — M. G. Zemplén essaie de réfuter les objections de M. Duhem relativement à sa démonstration de l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz. — M. A. Krebs montre que, pour obtenir l'amortissement des oscillations des véhicules sur route, l'effort de frottement à produire doit être à chaque instant proportionnel à la variation de flèche que possède le ressort du véhicule. Il y a lieu de rejeter *a priori* tout dispositif empruntant un fluide quelconque, forcé de s'écouler à travers un orifice de section variable. L'auteur décrit un appareil à lames remplissant les conditions voulues. — M. Bouquet de la Grye propose d'employer à l'atterrissage des aéroplanes un dispositif analogue aux parachutes.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Dehalu présente les

observations magnétiques faites à Sfax, Tunisie, à l'occasion de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905. Elles ne font pas ressortir avec certitude l'influence de l'éclipse sur les éléments magnétiques. Les troubles observés ne concordent pas avec ceux qu'on a enregistrés en Europe. — **M. E. Mascart**: Sur les rayons X (voir p. 58). — **M. C. Gutton**: Expériences photographiques sur l'action des rayons X sur une étincelle électrique (voir p. 59). — **M. A. Leduc**: Sur la densité de la glace (voir p. 157). — **M. I. Révilliod** démontre que, dans tout réseau conducteur alimenté par des sources d'électricité, le double du travail de ces sources, diminué de l'effet Joule total, est maximum. — **M. J. de Rohan-Chabot** présente une soupage dite *parhydrique*, ayant pour but d'éviter les retours d'eau lorsqu'on fait le vide au moyen de la trompe à eau. — **M. P. Lebeau** montre que la limite de silicification du cuivre correspond bien à SiCl_4 ; ce siliciure fond vers 800° et se solidifie par refroidissement lent en une masse à cassure conchoïdale très fragile. — **M. O. Honigschmid**, en réduisant par Al un mélange de fluorure double de thorium et de potassium et de fluosilicate de potassium, a obtenu un siliciure de thorium ThSi_2 , $D = 7.96$, brûlant dans l'oxygène, soluble dans les hydracides. — **MM. Albert-Lévy et A. Pécol** montrent que, dans les conditions où ils utilisent leur appareil avertisseur d'oxyde de carbone, l'action de l'acétylène n'influe en rien sur la détermination quantitative et même qualitative de l'oxyde de carbone. — **M. M. Nieloux** a constaté que la réaction classique $\text{CHCl}_3 + 4\text{KOH} = 3\text{KCl} + \text{HCOK} + 2\text{H}_2\text{O}$ peut s'appliquer au dosage de très faibles quantités de chloroforme, pourvu qu'il se trouve en solution alcoolique. — **M. P. Mauriceau-Beaupré** a reconnu que, dans les combustions vives, comme celle de l'acétylène, l'azote de l'air peut être oxydé par entraînement en donnant des vapeurs nitreuses capables de réduire l'anhidride iodique chauffé à 80° ; on peut les arrêter par des cristaux de sulfate ferreux. — **M. L. Graux** a constaté qu'il existe une proportionnalité directe entre le point cryoscopique d'une eau minérale de la classe des bicarbonatés et la composition de cette eau, exprimée en sels anhydres et en monocarbonates. — **M. F. Wallerant** a observé que les azotates d'ammonium et de rubidium, qui ne sont ni l'un ni l'autre isomorphes à l'azotate de thallium, donnent par leur mélange des cristaux possédant cette isomorphie. — **M. Louis Henry** montre que les alcools tertiaires renfermant le groupe C.OH , comme le triméthylcarbinol $(\text{CH}_3)_3\text{C.OH}$, constituent les véritables alcools, puisque seuls ils sont fonctionnellement analogues et équivalents aux alcalis caustiques ROH , les bases par excellence de la chimie minérale. — **MM. L. Maquenne et Eug. Roux** ont observé que la vitesse de saccharification de l'empois d'amidon est maximum lorsque, l'empois ayant été saturé, on ajoute au malt une quantité d'acide sulfurique égale à 1/3 ou 2/5 de celle qui pourrait le neutraliser complètement. Dans ces conditions, la saccharification peut atteindre jusqu'à 92 % de la matière mise en œuvre. — **M. L. Vignon** a reconnu que la diazotation des deux groupes AZH des diamines s'accomplit comme celle des monamines quand les groupes AZH sont liés à des noyaux benzéniques distincts. Quand les deux groupes sont liés au même noyau, la diazotation ne s'effectue pas dérivés *o*) ou elle donne des diazoques très instables dérivés *m et p*. — **M. L. Hugonencq** a soumis à l'hydrolyse la vitelline de l'œuf des oiseaux et a obtenu les produits suivants : arginine, histidine, lysine, tyrosine, *D*-leucine, acide aminovalérique, acide glutamique, acide aspartique, phénylalanine, etc. — **M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern** ont observé que HFO_2 oxydise pas l'urée en présence de sulfate ferreux. L'oxydation de l'acide lactique par les émulsions de tissus en présence de sulfate ferreux n'a pas lieu en l'absence d'oxygène. — **MM. C. Delezenné, H. Mouton et E. Pozerski** ont constaté que la papaine agit sur l'ovalbumine crue ou le sérum san-

guin pour les transformer aussitôt en majeure partie en substances incoagulables par la chaleur. Si l'on abandonne, pendant un certain temps, le mélange de ferment et d'albumine, on observe, au contraire, une augmentation de la matière coagulable par la chaleur. — **M. E. Fleurent** montre que, dans le blanchiment des farines par le peroxyde d'azote, ce corps se fixe sur la matière grasse en provoquant une diminution de son indice d'iode. L'action de l'ozone produit, au contraire, une augmentation de l'indice d'iode.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **MM. H. Lamy et André Mayer** ont reconnu que le débit urinaire ne dépend directement ni du débit du sang, ni du débit de l'eau du sang dans le rein. Les cellules rénales jouent dans l'excrétion de l'eau un rôle actif. — **M. Deprat** a étudié les roches alcalines à riebeckite et égyrine d'Evisa Corse. Elles appartiennent à un magma spécial qui paraît avoir donné au début de puissantes masses intrusives très acides, assez riches en soude, mais dont l'acidité a été en décroissant, tandis que l'enrichissement en soude allait croissant. — **M. Ph. Négris** a étudié la nappe charriée du Péloponnèse. — **M. Ph. Glangéaud** a observé, au nord-ouest de la chaîne des Puys, une ancienne chaîne volcanique, alignée suivant une cassure principale, accompagnée de cassures parallèles; on se trouve en présence d'anciennes dislocations hercyniennes qui ont joué, à plusieurs reprises, durant le Tertiaire.

Séance du 22 Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. Korn** démontre un théorème relatif aux dérivées secondes du potentiel d'un volume attirant, très important pour la théorie de l'élasticité.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. J. Chaudier** a constaté que les liqueurs mixtes, constituées par certaines substances cristallisées dissimulées sous forme de particules très petites dans des liquides mauvais conducteurs, polarisent elliptiquement la lumière, non seulement dans un champ électrique uniforme, mais encore dans un champ magnétique uniforme et même sous la seule influence de la pesanteur. — **MM. A. Cotton et H. Mouton** ont étudié les propriétés magnéto-optiques des solutions colloïdales d'hydroxyde de fer placées dans un champ magnétique et traversées par un faisceau lumineux parallèle aux lignes de force. On observe un pouvoir rotatoire négatif accompagné d'un dichroïsme circulaire magnétique. — **M. G. Urbain** a observé la phosphorescence cathodique que l'europium excite par dilution à des degrés divers dans les oxydes. Les spectres subissent des modifications graduelles exactement comme si l'europium était un mélange d'au moins deux terres phosphorescentes. — **M. H. Pélabon** a étudié la fusibilité des mélanges de tellure et d'antimoine et de sélénium et d'antimoine et déterminé la constante cryoscopique de l'antimoine; celle-ci peut être considérée comme égale à 1240. — **M. Lecoq de Boisbaudran** rappelle qu'il a défini bien longtemps avant Van't Hoff la notion de solution solide et employé ce terme dans ses travaux. — **M. H. Moissan** a constaté que tous les métaux de la famille du platine sont rapidement fondus, puis portés à l'ébullition au four électrique avec des courants qui varient de 500 à 700 ampères sous 110 volts. On recueille sur un tube de cuivre traversé par un rapide courant d'eau froide et placé au-dessus du creuset des sphères métalliques, des lames cristallines et souvent un feutrage de très petits cristaux. Tous ces métaux liquides dissolvent du carbone, qu'ils abandonnent par le refroidissement sous forme de graphite. — **M. J.-L. Hamonet**, en faisant agir le chloral hydrate sur le dérivé magnésien du méthoxypropane iodé 1,3, a obtenu le méthoxytrichloropropanol-1,3,4, F. 59°, qui, déshydraté par P_2O_5 , donne l' α -trichlorométhyltrihydrofurane, Eb. 203°-204°. — **MM. Ch. Moureu et I. Lazennec** ont préparé les amides acétyléniques $\text{R.C.CC}(\text{AZH})_2$ en attaquant à froid les éthers-sels par AZH . Ces amides sont saponi-

nées à chaud par KOH en donnant l'acide correspondant R.C. : C.CO.H, qui peut se transformer ensuite par hydratation en acide cétonique. On obtient aisément les nitriles R.C. : C.CAz en déshydratant les amides par P₂O₅. — **M. G. Darzens** a obtenu des éthers glycidiques 2,3-disubstitués par condensation de quelques aldéhydes grasses et des aldéhydes aromatiques avec l'éther α -chloropropionique. — **MM. E. E. Blaise** et **M. Maire** ont préparé les cétones β -chloréthylées ClCH₂.CH₂.CO.R par action du chlorure de β -chloropropionyle sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc. Ces cétones, bouillies avec la diéthylaniline, se transforment en α -oxyvinylcétones ClCH₂.CH₂.CO.H, liquides mobiles se condensant avec l'hydrazine pour donner des pyrazolines. — **M. F. Wallerant** signale une modification cristalline stable dans deux intervalles de température; il s'agit de l'azotate d'ammonium, qui se présente en cristaux quadratiques au-dessus de 82° et au-dessous de —169. — **M. P. Gaubert** a constaté que les cristaux d'acide phtalique peuvent absorber, pendant leur accroissement, une certaine quantité de matière étrangère dissoute dans l'eau mère, qui exerce une influence sur leur forme et sur leur grossier. Les différentes faces n'ont pas la même faculté de se laisser pénétrer par ces substances; aussi les cristaux montrent-ils la structure dite en saubier, dont l'origine est ainsi expliquée. — **M. G. André** a reconnu que, chez la plante annuelle, une partie de l'acide phosphorique quitte la feuille et se dirige vers l'ovule à l'état de phosphate minéral soluble, une autre partie se déplaçant de son côté à l'état de combinaison avec la matière azotée. — **M. J. Tissot** a déterminé les proportions de chloroforme contenues dans l'organisme au cours de l'anesthésie chloroformique. Il y a plus de chloroforme dans le sang artériel que dans le sang veineux. Il n'y a aucun rapport direct entre les proportions de chloroforme dans le sang artériel et l'effet qu'elles produisent; cet effet dépend de la durée du contact et de la proportion de chloroforme dans le cerveau. — **MM. R. Lépine** et **Boulod** ont constaté que l'acide glycuironique des globules du sang peut disparaître entièrement, par glycolyse, pendant la centrifugation.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **MM. P. Bouin** et **P. Ancel** ont observé que les effets de la castration sur le squelette et les organes génitaux peuvent être atténués par des injections sous-cutanées d'extrait de glande interstitielle du testicule; cet extrait agit sur le cobaye, bien que provenant des testicules de grands Mammifères. — **M. L. Camus** : Action du sulfate d'hordéine sur la circulation (voir p. 156). — **M. A. Quidor** a étudié le *Leptophagus fabrei* Hesse, de la famille des *Philichthyidae*. Dans cette famille, le corps des mâles comprend : un cephalon, cinq segments thoraciques et cinq segments abdominaux. Ce sont des Copépodes gallards, très voisins des formes ancestrales. — **M. A. Gallardo** donne une interprétation dynamique de la division cellulaire en se basant sur les propriétés des colloïdes. — **M. A. Tison** a étudié le mécanisme de chute de certains bourgeons terminaux; il est lié à l'apparition d'une couche séparatrice qui s'établit un peu au-dessus de la dernière feuille normale. La cicatrization de la plaie rappelle en tous points celle des coussinets foliaires. — **M. M. P. Hariot** et **N. Patouillard** décrivent un champignon rapporté de l'Afrique orientale anglaise par MM. de Rothschild. Il constitue un genre nouveau, appartenant aux Hypocéracées, section des Melanosporées; il est également voisin des Hypoxylées. Les auteurs le nomment *Colletotragium paradoxa*. — **M. Ph. Glangeaud** montre qu'à l'époque oligocène il avait existé sur le versant nord du massif du Mont-Dore un lac, qu'il nomme lac d'Oilly, d'environ 15 kilomètres de longueur sur 10 de largeur. Il avait son débouché dans la direction de Pierre-Chastel, et c'est par là qu'il achevait de se vider à la fin de l'oligocène. — **M. R. Chudeau** a constaté que le sud du Hoggar est constitué par une péninsule archéenne et silurienne, sur laquelle se greffent des accidents volcaniques im-

portants qui forment les seuls reliefs notables de la région. — **M. J. Boussac** a observé deux modes différents de formation du réseau chez les Nummulites réticulées; dans l'un, le réseau adulte se constitue par l'intermédiaire d'un stade caractérisé par le développement d'une lame transverse; dans l'autre, cette lame transverse n'existe pas et le réseau se constitue directement par les ramifications des filets. — **MM. J. Thoulet** et **A. Chevallier** montrent que, lorsque deux courants marins de surface se rencontrent obliquement, l'un d'eux, celui qui charrie l'eau la plus lourde, doit passer par-dessous l'autre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Janvier 1906.

M. Chauvel présente un Rapport sur l'autosynoptomètre à miroir du Dr **Aumaignac**. C'est un appareil destiné à découvrir la simulation de la cécité unilatérale et de l'amblyopie, en même temps qu'à mesurer l'acuité de vision de l'œil supposé affaibli. On y arrive par l'emploi de deux miroirs mobiles de chacun 80° autour d'un axe vertical commun. — Après discussion, l'Académie adopte à l'unanimité les conclusions du Rapport de M. Chaudard sur les conditions légales de l'emploi médical des rayons Röntgen (voir p. 101).

Séance du 23 Janvier 1906.

M. Lancereux analyse un travail du Dr **Paulesco** d'après lequel la rate n'exercerait pas une influence manifeste sur la sécrétion de la bile. — **M. Kelsch** présente un Rapport sur un travail du Dr **Goldschmidt** (de Strasbourg), dans lequel l'auteur montre que des esprits éclairés ont cherché à introduire en Alsace la vaccine obligatoire dès l'aurore de l'ère vaccinale. Il est même probable que Napoléon I^{er} fut un des premiers promoteurs de l'obligation vaccinale. — **M. Alb. Robin** déduit de ses recherches qu'à l'heure actuelle, et avec les statistiques qui nous sont fournies, il est absolument impossible de connaître le taux exact de la mortalité tuberculeuse en France. En tous cas, en appréciant rationnellement cette mortalité avec les éléments dont nous disposons, elle est bien inférieure au chiffre de 150.000 décès communément adopté, et elle se rapproche de celle de l'Allemagne. — **M. le Dr Lara** donne lecture d'une Note sur deux ptomaines extraites des urines de lépreux.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Janvier 1906.

M. Em. Boulanger a étudié la germination de la spore échinulée de la truffe; il y a digestion et résorption de l'exospore; puis la spore incolore, emprisonnée à l'intérieur, s'en dégage après s'être gonflée. — **M. Ch. Féré** a constaté que le sucre produit une exaltation immédiate du travail liée à l'excitation sensorielle, suivie d'une dépression rapide, puis d'un relèvement secondaire. — Le même auteur a observé que le ralentissement du rythme provoque une diminution du travail. — **M. E. Retterer** décrit la technique qu'il emploie pour l'étude du tissu osseux rouge par l'alimentation garrécée. La garance ingérée par le tube digestif chez le cobaye passe dans le sang, qui prend une teinte rouge foncée et la communique à tous les organes vasculaires. La substance osseuse au voisinage des vaisseaux sanguins et le cartilage vasculaire se colorent aussi en rouge. — **M. L. Camus** : Etude physiologique de l'hordéine (voir p. 153). — **M. A. Brissemoret** a constaté que les nitriles-alcools α ou γ oxydés H.C. O.H. CAz ont les propriétés physiologiques de l'acide prussique, ce qui tient à ce qu'ils sont α -doubles par l'eau en aldéhydes et HCAz. Les nitriles d'acides, au contraire, qui ne donnent pas HCAz au contact de l'eau, sont moins toxiques et agissent surtout comme purgatifs. — **M. H. Hérissay** indique une méthode de

dosage de petites quantités d'aldéhyde benzoïque, basée sur la réaction de ce corps avec la phénylhydrazine et la formation de la phénylhydrazone correspondante. — **M. Pécaud** a observé, dans la région de Bamako (Soudan français), une épizootie, la *soumay*, produite par un Trypanosome qui paraît différer des espèces déjà connues. — **MM. H. Lamy et André Mayer** : Sur le débit urinaire (voir, p. 154). — **MM. J. Bridré, Haaland et Youréwitch** ont préparé un sérum antipasteurelle, dont l'injection préventive confère une immunité relative contre l'inoculation d'une dose mortelle d'une *Pasteurella* très virulente (survie de quelques jours) et une immunité vraie contre une dose mortelle de *Pasteurella* peu virulente. — **M. Em. Berger** présente une nouvelle loupe stéréoscopique, différant de celles de Bruecke et de Jackson. — **M. Pariset** a constaté que l'injection de suc hépatique dans la veine porte produit de l'hyperglycémie et de la glycosurie; l'injection dans la veine saphène donne des résultats analogues, mais moins accusés. L'injection de sécrétine dans la veine porte ne produit pas d'augmentation du sucre dans le sang de la veine sus-hépatique. — **M. C. Levaditi** rappelle que le principe de l'impregnation par l'argent des Spirochètes sur coupes appartient à Bertarelli, et non à Pétresco. — **MM. C. Delezenne, H. Mouton et E. Pozerski** : Sur l'allure anormale de quelques protocytés produites par la papaine (voir, p. 154). — **M. P. Wintrebert** a observé l'accomplissement régulier des fonctions de nutrition, des processus d'ontogénèse, de régénération et de métamorphose chez des larves d'*Hytes* en l'absence d'une grande étendue de la moelle. — Le même auteur a reconnu qu'on ne peut attribuer ni à la moelle, ni aux ganglions spinaux une action directrice dans les phénomènes de métamorphose chez la *Salamanca maculosa*. — **M. S. Leduc** a réalisé des phénomènes de nutrition, d'organisation et de croissance dans des gouttes liquides, cellules de Traube, par le simple jeu des forces physiques. — **M. C. Ciaccio** a découvert, dans le fond des glandes de Lieberkühn, une nouvelle espèce de cellules, de forme ovale, à noyau rond bien pourvu de petites granulations entremêlées de vacuoles. — Le même auteur a observé, dans le rein des Plagiostomes, un tissu myéloïde, analogue à la moelle osseuse des autres Vertébrés. — **M. H. J. Hamburger** : Méthode pour évaluer la pression osmotique de très petites quantités de liquide (voir t. XVI, p. 1120). — **MM. A. Ruffer et M. Crendiropoulos** ont constaté que les chlorures de sodium et de potassium, à partir d'un certain degré de concentration, ont des propriétés antihémolytiques. — **MM. Em. Bourquelot et Em. Danjou**, en se servant des enzymes : ont reconnu la présence, dans les feuilles de *Viburnum Lantana*, *V. Opulus* et *V. Tinus*, de sucre de canne et de glucosides hydrolysables par l'émulsine. Ces feuilles, à l'état frais, renferment également des enzymes : invertine, émulsine, etc. — **M. A. Pi y Suñer** a constaté que le sang urémique n'a pas d'influence sur la pression artérielle; l'inhibition rénale doit être attribuée exclusivement à l'action chimique stupéfiante du sang urémique sur l'activité métabolique des épithéliums du rein. — Le même auteur communique quelques observations sur la perception du relief dans certaines cinématographies. — **M. M. Nieloux** : Sur le dosage de petites quantités de chloroforme (voir, p. 151).

Séance du 20 janvier 1906.

M. Ed. Retterer montre que la structure du tissu osseux vivant est identique à celle que nous décrit la coloration de l'os fixe frais. — **M. L. Camus** a constaté que le sulfate d'hydroméline n'a pas d'action hémolytique; il peut retarder plus ou moins la coagulation du sang. — **MM. A. Gilbert et J. Jomier** ont réussi à colorer par l'acide osmique les granulations qui produisent l'opalescence du sérum sanguin; c'est un argument décisif en faveur de leur nature graisseuse. — **M. R. Chudeau** signale l'extinction progressive

de l'autruche au Sahara, sans que celle-ci ait pour cause une chasse abusive. — **MM. P. Carnot et P. Amet** ont observé l'hypertrophie habituelle des ilots de Langerhans dans les hépatites alcooliques; elle paraît être en rapport avec un processus réactionnel et peut-être antitoxique. — **M. Zanietowski** communique ses expériences sur l'excitation, qui continuent en partie celles de Weiss et de Cluzet. — **MM. A. Gouin et P. Andouard** ont constaté que l'introduction de la protine, matière protéique riche en phosphore, dans l'alimentation des Bovides est suivie d'une brusque diminution de l'hydratation des tissus du corps. — **M. G. Froin** a injecté au chien un sérum hémolytique préparé par injection de sang de chien dans le péritoine du lapin. Ce sérum a une action dissociée : il détruit d'abord plus de globules blancs que d'hématies, puis le contraire se produit. — **M. G. Martin** a observé en Guinée française un cas de spirilliose du cheval. — **MM. J. Renaut et G. Dubreuil** ont reconnu que les cellules connectives rhagiociniques possèdent un intense pouvoir phagocytaire, puisque l'inflammation aseptique ramène toutes les cellules connectives ordinaires à l'activité rhagiocinique. — **MM. M. Doyon et G. Dubreuil** ont constaté que les cellules rhagiociniques peuvent transporter la pulpe hépatique injectée dans le péritoine jusque sur l'épiploon et dans la cavité thoracique. — **MM. A. Pic et G. Pettjean** ont observé que le nitrite d'amyle produit parallèlement de la vasodilatation dans la grande circulation et de la vasoconstriction dans la circulation pulmonaire. — **M. G. Vallet** montre que les plaquettes du sang, colorées par le réactif de Giemsa, se retrouvent bien conservées et nombreuses dans les préparations. — **MM. C. Levaditi et Y. Manouélian** proposent une nouvelle méthode rapide pour la coloration des Spirochètes sur coupes, basée sur l'impregnation par le nitrate d'argent en présence de pyridine et la réduction subséquente. — **M. P. Bonnier** a constaté que, dans les écoles, plus de la moitié des enfants sont, au point de vue auditif, au-dessous du niveau pratique et utile. D'autre part, près des trois quarts des élèves maîtres et maîtresses présentent de l'insuffisance vocale. — **M. A. Borrel** montre que le *Spirochaete gallinarum* doit prendre place à côté des vrais *Spirillum*, car il n'a pas de membrane ondulante, il a de nombreux cils sur tout le corps et il se multiplie par division transversale. — **MM. Nepper et Riva** ont retiré de la bile un extrait, ou antinuclease, qui empêche la concrétion du mucus en fausses membranes par la mucinase. Employé dans la colite muco-membraneuse, il calme la douleur et fait disparaître les fausses membranes. — **M. M. Nieloux** a constaté que la dose anesthésique de chloroforme est variable avec les animaux; elle est voisine de 50 milligrammes par 100 grammes de sang. La dose mortelle varie de 60 à 70 milligrammes; il y a donc une marge relativement très faible entre les deux doses. Le chloroforme s'élimine très rapidement au début de moitié en cinq minutes, puis plus lentement, pour disparaître complètement après sept heures. — **M. L. van Itallie**. Les catalases du sang (voir, p. 160). Distinction des liquides albumineux provenant de divers animaux (voir, p. 160).

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 15 janvier 1906.

MM. E. Aubry, P. Jeandelize et L. Riehon ont observé un type d'infantile à longs membres avec persistance des cartilages épiphysaires. — **M. R. Collin** propose une nouvelle méthode de coloration de la substance chromatique de la cellule nerveuse. Les pièces sont préalablement traitées par la méthode de Cajal, puis immergées dans une solution de ferrixyanure de potassium, et enfin colorées par une teinture basique d'aniline. — **M. A. Weber** a constaté que le trou de Vesale résulte de la soudure incomplète et variable de l'apophyse du sphénoïde sur laquelle vient s'attacher le muscle peristaltique externe.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Janvier 1906.

Le Bureau de la Société pour 1906 est ainsi constitué :

Président : M. E. H. Amagat ;

Vice-président : M. H. Le Chatelier ;

Secrétaire général : M. H. Abraham ;

Secrétaire : M. P. Lugol ;

Vice-secrétaire : M. A. Debierne ;

Archiviste-trésorier : M. De la Touanne.

M. A. Leduc : Sur la densité de la glace et sa chaleur de fusion. L'auteur rappelle que la chaleur de fusion de la glace est, d'après Laprovostaye et Desains, 79,25 en fonction de la chaleur spécifique moyenne de l'eau entre 12° et 25° environ. Ce nombre a été confirmé par Regnault. Mais Bunsen a trouvé 80,03, en fonction de la chaleur spécifique moyenne entre 0° et 100° environ. Il se trouve que, d'après Callendar et Barnes, cette dernière se confond avec la chaleur spécifique vraie vers 15°. Si l'on adopte cette dernière comme unité (calorie), conformément à la proposition faite par M. Griffiths au Congrès de 1900, et si l'on réduit à cette unité le nombre de Laprovostaye et Desains, on trouve 79,17. Le changement est insignifiant, et l'écart demeure ce qu'il était : 1 % environ. M. Leduc trouve la cause de cet écart dans une petite erreur sur la densité de la glace d'après Bunsen et redétermine lui-même cette densité. A cet effet, il introduit dans un très grand flacon à densités de Regnault 108 cc. de l'eau longuement bouillie ; il la fait bouillir encore dans le vide, puis la fait geler et fondre alternativement plusieurs fois dans le vide. Après ces congélations successives, qui font perdre à l'eau la majeure partie des gaz qu'elle avait retenus malgré l'ébullition prolongée, l'eau est isolée de l'atmosphère par une longue colonne d'huile de vaseline bouillie dans le vide, puis congelée sous la pression atmosphérique. La masse spécifique de la glace à 0° est 0,9176 au lieu de 0,91674 trouvé par Bunsen, de sorte que la différence des volumes spécifiques $d' - a$ de la glace et de l'eau à 0° est 0,0897 au lieu de 0,09069. On en déduit pour la chaleur de fusion d'après Bunsen 79,15. Désireux de supprimer une décimale tout à fait illusoire et tenant compte de ce que le résultat moyen est légèrement supérieur, M. Leduc propose d'admettre $\lambda = 79,2$ calories à 15°. M. Leduc reviendra sur la question des gaz retenus par l'eau longuement bouillie, surtout au point de vue qualitatif. — M. C. Tissot : Ordre de grandeur des forces électromotrices mises en jeu dans les antennes réceptrices. Quand une antenne réceptrice reliée à la terre est attaquée par une antenne d'émission accordée, il y a production d'une onde stationnaire dans cette antenne, avec un ventre d'intensité à la base et un nœud au sommet. La distribution des tensions est inverse, c'est-à-dire qu'il y a au sommet un ventre de tension, et un nœud à la base. Le calcul permet d'obtenir une relation simple, dans le cas des antennes bifurcées, entre l'amplitude du courant à la base et l'amplitude du potentiel au sommet. Si l'on désigne par l la longueur de l'antenne de rayon r , par V_0 l'amplitude du potentiel et par i_0 l'amplitude du courant, on a :

$$V_0 = 2L \frac{2l}{r} i_0.$$

D'ailleurs, l'amplitude i_0 du courant est liée à l'intensité efficace, c'est-à-dire à la valeur fournie par un instrument thermique (bolomètre par exemple), intercalé entre l'antenne et la terre, par la relation :

$$i_0^2 \pi = \frac{i_0^2}{4\gamma} \frac{4\pi^2}{\pi^2 + \gamma^2} nT,$$

où T représente la période, γ l'amortissement des oscillations dans l'antenne réceptrice, n le nombre de trains d'ondes reçus par seconde. La détermination

de i_{eff} (détermination qui est très facile) permet ainsi de calculer V_0 , amplitude du potentiel, ou V_{eff} , force électromotrice efficace au sommet. On a, en effet, évidemment :

$$V_{eff} = \frac{V_0}{4\gamma} \frac{4\pi^2}{\pi^2 + \gamma^2} nT, \text{ d'où : } V_{eff} = 2L \frac{2l}{r} i_{eff}.$$

M. Tissot a réussi à déterminer la force électromotrice efficace au sommet par une mesure électromotrice directe par méthode idiostatique bien entendu, en mettant à profit la disposition particulière d'un poste qui permettait d'installer l'électromètre dans le voisinage de la partie supérieure de l'antenne et d'utiliser une seconde prise de terre peu éloignée. La mesure directe a donné, dans les conditions de l'expérience, antenne de 70 mètres attaquée par une émission accordée, (éclisses de 5 centimètres), la valeur de 4,6 volts efficaces à la distance de 1 kilomètre. La valeur déduite par le calcul, en partant de la mesure du courant au bolomètre, fournit la valeur peu différente de 4,4 volts. On sait que, dans la pratique, on procède en général, dans les réceptions sur cohérences, par réception indirecte, c'est-à-dire que l'antenne agit par induction (à la base) sur un enroulement secondaire dont les extrémités sont reliées au cohéreur. La mesure des forces électromotrices efficaces aux extrémités de pareils enroulements, connus sous le nom de *jiggers*, a donné des valeurs du même ordre de grandeur que celles qui ont été citées ci-dessus (soit de 4 volts à 5 volts, selon les cas, à 1 kilomètre). M. Tissot reviendra ultérieurement sur les conséquences qui en résultent au point de vue du fonctionnement des cohéreurs à distance.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Novembre 1905 (Suite).

MM. J. Ewart et J. S. Bayliss : Sur la nature de l'irritabilité galvanotrope des racines. Après les expériences contradictoires de Muller-Hettingen et Ellving, Brinchorst a trouvé que les forts courants produisent une courbure positive et les courants faibles une courbure négative des racines. Ainsi les racines paraissent posséder une irritabilité parallélotrope aux courants électriques, réversible d'après l'intensité, comme dans le cas de l'irritabilité héliotactique et héliotropique. Les expériences n'avaient toutefois pas donné de résultats entièrement satisfaisants, ni révélé le mode de stimulation ; de nouvelles recherches semblaient désirables. Elles ont montré que les courbures sont produites par les produits acides et alcalins de l'électrolyse, libérés sur les côtés opposés de la racine. Les produits acides sont plus actifs que les alcalins, de sorte que, lorsqu'on conduit le courant transversalement, à travers la région subapicale sensible, la courbure se produit toujours vers l'électrode positive ; mais, si l'on place une électrode sur la zone hypocotylée et l'autre sur une zone irritabile, la courbure est toujours tournée vers la dernière électrode, qu'elle soit positive ou négative. Ces courbures galvanogéniques ont donc une origine chimiotropique, comme les auteurs le prouvent par des expériences directes avec les acides et les alcalis. Ainsi, si on englobe les racines, à des distances variables, dans de la gélatine à travers laquelle on fait passer un courant, les racines se recourbent, selon un ordre régulier, vers les électrodes peu après que l'acide ou l'alcali a diffusé près d'elles, phénomène constaté à l'aide de phénolphthaleïne. De plus, l'application de la région électrolysée d'une racine ou d'un papier-filtre mouillé avec un alcali ou un acide décolorant, produit des courbures semblables. Toutes ces courbures ont été produites sur un klinostat et sans aucun dommage pour la racine. En somme, dans nombre de cas, un courant constant de 0,000,009 ampère est suffisant pour causer une courbure. Si l'on emploie des électrodes non polarisables, on n'obtient aucun

effet, à moins d'utiliser de très forts courants, puisque la stimulation dépend alors de la polarisation interne restreinte dans la racine. Il est douteux que les courants électriques du sol puissent mettre en jeu régulièrement cette irritabilité spéciale. Le pouvoir de se courber vers des régions faiblement acides ou alcalines doit beaucoup aider la racine à atteindre les parties du sol où se trouvent en abondance des constituants solubles, ou bien là où une décomposition azotée anaérobie avec production d'ammoniaque ou la nitrification aérobie subséquente, avec production de traces d'acides nitreux et nitrique sont en progrès. On peut expliquer le non-développement d'un pouvoir de courbure quelconque par un acide ou un alcali fort, par la non-occurrence de concentrations locales élevées dans le sol normal. Même lorsqu'on produit artificiellement dans le sol une forte acidité ou alcalinité locale, les racines sont tuées avant qu'elles puissent se courber en s'en éloignant, et même si la zone apicale se recourbe, la zone non recourbée en arrière serait rapidement tuée. — **M. H. H. W. Pearson** : *Quelques observations sur les Welwitschia mirabilis*. L'auteur apporte une nouvelle preuve de l'hypothèse que les *Welwitschia* sont partiellement, sinon entièrement pollinisées par les insectes, et que les processus de fertilisation et de maturation de la graine semblent s'effectuer beaucoup plus rapidement que dans d'autres gymnospermes. L'auteur est de l'avis de Strasburger, que les fleurs mâles sont des formes réduites d'une structure hermaphrodite originale. Il discute la nature des tubes prothalliques, et sa conclusion est que la vraie interprétation de la conduite extraordinaire de l'extrémité fertile du prothalle des *Welwitschia* se trouvera dans une comparaison avec la portion correspondante du sac embryonnaire du *Gnetum gnemon*. — **MM. A.-E. Wright et S. T. Reid** présentent leurs recherches sur la possibilité de déterminer la présence ou l'absence d'une infection tuberculeuse d'après l'examen du sang et des fluides tissulaires d'un malade. Quand une série de mesures du pouvoir opsonique du sang révèle un pouvoir opsonique faible persistant vis-à-vis du bacille tuberculeux, on peut en conclure, dans le cas où il existe des symptômes d'une infection bactérienne localisée ressemblant à la tuberculose, que l'affection en question est bien de nature tuberculeuse. Quand un examen répété montre un pouvoir opsonique normal persistant vis-à-vis du bacille tuberculeux, le diagnostic de tuberculose peut être exclu avec grande probabilité. Enfin, quand une série d'examen du sang révèle un indice opsonique constamment variable, on peut en déduire la présence d'une tuberculose active. En outre, les auteurs montrent que, lorsqu'un sérum conserve d'une façon marquée, après avoir été chauffé à 60° pendant dix minutes, son pouvoir de provoquer la phagocytose, on peut en conclure que des « éléments inciteurs » ont été élaborés dans l'organisme, soit en réponse à des auto-inoculations se produisant spontanément au cours de l'infection tuberculeuse, soit sous la stimulation artificielle produite par l'inoculation de vaccin tuberculeux. — Les mêmes auteurs, poursuivant l'étude de la phagocytose produite par le sérum chauffé des tuberculeux, montrent que l'opsonine renfermée dans le sérum chauffé des malades qui ont répondu à l'infection tuberculeuse ou à l'inoculation de vaccin tuberculeux ne diffère pas, au point de vue de sa résistance à la chaleur et à la lumière solaire, de l'opsonine qu'on trouve dans le sérum normal non chauffé. Deau est arrivé à une conclusion analogue dans ses recherches sur le sérum des animaux immunisés contre le staphylocoque. — **MM. E. F. Bashford et J. A. Murray**, poursuivant leurs recherches sur les mitoses hétérotypiques dans le cancer, estiment aujourd'hui que les mitoses qu'ils ont considérées précédemment comme établissant une division réductrice hétérotypique dans le cancer, sont en réalité des mitoses somatiques. Ils ne pensent pas expliquer ainsi toutes les figures qui peuvent être indiquées comme

ressemblant à cette forme de division nucléaire; mais ils croient que la présence de mitoses hétérotypiques dans le cancer demande de nouvelles preuves.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Décembre 1905.

MM. J. T. Hewitt et H. V. Mitchell, en dissolvant la méthyl- α -naphthocoumarine dans les alcalis caustiques chauds, ont obtenu des coumarinates alcalins dont les solutions, refroidies et traitées par un sel de diazonium, donnent les azocoumarines correspondantes. — **M. F. E. Francis**, en faisant réagir le chlorure de benzyle sur le nitrate d'argent à basse température, a obtenu le nitrate de benzoyle $C_6H_5.CO.OAzO^+$ et $AzCl$. C'est une huile jaune légère, qui fait explosion par chauffage rapide. L'humidité la décompose avec formation d'acides benzoïque et nitrique. Le nitrate de benzyle paraît être applicable à la nitration à basse température en l'absence d'eau. — **MM. A. W. Crossley et N. Renouf** ont constaté que ni le dihydroalrolène, ni le dihydroalrolène ne sont identiques au 1:4-diméthylhexahydrobenzène. Le second est un dérivé pentaméthylénique, le 1:4:2-triméthylcyclopentane. — **M. G. T. Morgan et M^{re} F. M. G. Micklethwait** ont constaté que la benzenesulfonyl-1:8-naphthylédiamine, F_{168} , donne un sel de diazonium soluble qui, par l'action de l'acétate de sodium aqueux, fournit la benzenesulfonyl-1:8-naphthylédiazoinide, $C_{12}H_8Az^2$, $SO_2^2CH_3$, composé cristallisé bien défini. — **M. Ph. Blackman** a fait de nouvelles expériences sur sa méthode de détermination des poids moléculaires; en employant des solvants à haut point d'ébullition, il vaut mieux opérer sous pression réduite. — **M. A. Slator** a étudié la dynamique chimique de la fermentation alcoolique par levure. Le changement de pression dû au dégagement de CO_2 constitue une méthode sensible pour la mesure de la vitesse de la réaction. Celle-ci est proportionnelle à la concentration de la levure et presque indépendante de la concentration du dextrose, excepté en solution très diluée. Le coefficient de température de la réaction est important et varie avec la température: $V_{35}/V_5 = 5,6$; $V_{40}/V_{30} = 1,6$. Les résultats indiquent que la réaction consiste dans la décomposition lente d'un composé formé par action de l'enzyme sur le sucre. — **MM. L. A. Lévy et H. A. Sisson** ont préparé les platino-cyanures d'hydrazine et d'hydroxylamine, qui forment des hydrates instables à coloration variable suivant l'état d'hydratation. — **MM. E. F. J. Atkinson et J. F. Thorpe**, en condensant le cyanoacétate d'éthyle sodé avec le cyanure de benzyle, ont obtenu l' α -cyano- β -imino- γ -phényl- n -butyrate d'éthyle $C_6H_5.CH^2.C_2(AzH).CH(CAz).COPCH_3$, F_{125} . Celui-ci, traité par un poids égal d'acide sulfurique concentré froid, donne une solution d'un vert intense qui, par dilution et addition d' AzH^+ , fournit le 1:3-diamino-naphtalène-2-carboxylate d'éthyle, cristallisant en prismes jaunes, F_{102} . L'acide correspondant se décompose vers 85° en dégageant CO_2 et donnant la 1:3-naphthylédiamine, F_{96} . — **MM. J. B. Cohen et I. H. Zortmann** ont déterminé les rotations moléculaires des six dibromobenzates de menthyle isomères. A l'exception de l'éther 2:6, l'effet sur la rotation de la substitution de deux atomes de brome est généralement moindre que celui de deux atomes de chlore ou d'un atome de chlore et d'un de brome dans les mêmes positions. — **MM. J. Q. Orchardson et Ch. Weizmann** ont préparé quelques dérivés de substitution de l'acide naphthylbenzoïque, et, par l'action de l'acide sulfurique concentré sur ces derniers, les naphthacéquinones substituées correspondantes. — **MM. Ch. Weizmann et E. B. Falkner**, en traitant l'acide β -naphthoïque par PCl_5 , ont obtenu le chlorure de β -naphthoyle, qui, par réaction avec l'acétoacétate d'éthyle sodé, a donné le β -naphthoyleacétoacétate d'éthyle, F_{57} ; ce dernier, par digestion avec AzH^+ et $AzHCl$, fournit enfin le

β -naphthoylacétate d'éthyle, E. 37°. — **MM. G. Young et S. I. Crookes** ont constaté que l'alkylation des amidines du groupe du thiazol, dont un des atomes d'Az est l'atome de C du groupe — Az: C: Az —, se fait partie d'une chaîne fermée, tandis que l'autre atome d'Az est en dehors du noyau cyclique, conduit à la formation de dérivés dans lesquels le groupe alkyle est attaché à l'atome d'Az du noyau, excepté si l'anneau est déjà partiellement réduit et si un groupe aryle est attaché à l'atome d'Az de la chaîne latérale, auquel cas le groupe alkyle va s'y attacher. — **MM. J. C. Cane et G. M. Norman** ont étudié l'action de l'eau sur les sels diazoiques de la 2:4-dibromaniline et de la dibromo-*p*-toluidine; ils ont obtenu les phénols substitués correspondants. — **M. Al. Scott** applique la nouvelle valeur du poids atomique du Cl donnée par Th. W. Richards à sa détermination du poids atomique de l'Az par titration de AzH^+Cl et AzH^+Br avec Ag. Il arrive à $\text{Az} = 14,013$ et 14,010. — **M. J. Moir** a déterminé la solubilité de l'hydrate de zinc dans les alcalis de la concentration 0,01 N à la concentration 7 N. La formule donnant le zinc dissous en fonction de la concentration de l'alcali est: $y = 0,004 x \left(\frac{79x + 6}{x + 2} \right)$, où y et x sont exprimés en mol. gr. Les résultats expérimentaux s'accordent bien avec les valeurs calculées. Il ne se forme aucun composé défini. — **M. N. Smith** a déterminé la composition du dépôt rouge-brun qui se forme quand CS_2 et O passent à travers un tube chauffé; c'est un composé acétique $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_8$, donnant des sels d'Ag et d'ammonium. Les produits gazeux consistent surtout en CO^2 et un peu de SO_2 .

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 14 Décembre 1905.

M. J. H. Liversage propose de déterminer le trouble des eaux soit par l'emploi d'un tintomètre, soit en observant une colonne d'eau verticale dont on puisse faire varier la hauteur suivant le trouble de l'échantillon; dans ce cas, il faut que le tube soit clos et périodiquement agité pour empêcher les substances solides de se déposer. On emploie des lettres d'essai comme chez les oculistes, qu'on élève ou abaisse dans le tube jusqu'à ce qu'on puisse les lire distinctement. — **M. J. H. Stansbie** a constaté que la présence d'impuretés dans le cuivre, même en très faibles proportions, modifie la réaction de ce métal avec l'acide nitrique, cet effet étant hors de proportion avec la quantité d'impureté présente. Quand l'oxygène constituant l'impureté, il y a une diminution du volume de gaz libéré, qui peut être due à ce qu'une partie du métal est déjà oxydé au commencement de l'attaque par l'acide. L'arsenic et l'antimoine produisent d'abord une diminution du volume de gaz, qui passe par un minimum, puis augmente pour de plus fortes proportions de ces corps. — **M. A. H. Horns** a étudié l'effet de certains éléments sur la structure de la fonte. Une faible quantité de silicium peut, dans certains cas, séparer tout le carbone à l'état de graphite; mais il n'y a pas de preuve que le silicium puisse s'unir au carbone à 1000° C. Le manganèse a une influence opposée, mais plus forte. Il s'unir au carbone pour former un carbure double de fer et de manganèse, en l'absence de soufre et de silicium. En présence de ce dernier, Mn s'unir à Si et neutralise son pouvoir de séparation du graphite. Le phosphore abaisse le pourcentage de carbone total et agit ainsi indirectement contre la formation de carbone combiné. Le soufre agit comme le manganèse, en forçant le carbone à prendre la forme combinée ou, plutôt, en l'empêchant de se séparer à l'état de graphite.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 4 Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. L. R. von Portheim** communique ses recherches sur le climat photochimique de la région de Yellowstone. Par temps ensoleillé, l'intensité de la lumière totale augmente avec l'altitude au-dessus du niveau de la mer; l'intensité de la lumière solaire directe augmente également. L'intensité de la lumière diffuse diminue avec l'altitude pour une hauteur du Soleil constante. Sur la mer, dans les mêmes circonstances, l'intensité de la lumière totale est plus élevée que sur les continents, cet excès étant attribuable à la lumière diffuse. — **M. K. Brückner**: Action du soufre sur le chromate et le bichromate de potassium. **2^e SCIENCES NATURELLES.** — **M. G. Beck von Madagetta** a étudié les régions végétales des dolines du Karst. On trouve dans plusieurs dolines une série de plantes alpines; mais elles sont distribuées, au point de vue de l'altitude, en ordre inverse de celui où on les trouve sur les hautes chaînes des Alpes. Cette inversion tient à ce que le fond des dolines est moins éclairé et plus froid que leur sommet. — **M. H. Vetter** communique des observations détaillées sur le tremblement de terre de Scutari de 1905. Il a commencé à Scutari le 1^{er} juin à 6 h. 5 du matin et a duré dix à douze secondes; le même jour, on a enregistré 40 autres secousses, puis des secousses de plus en plus faibles les 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 19 et 30 juin, les 1, 2, 7, 11, 18, 21, 22, 26 et 27 juillet, avec une secousse très forte le 16 juillet. La direction des secousses principales était N.-O. ou S.-W. Les dégâts ont été considérables.

Séance du 11 Janvier 1906.

4^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — **M. O. Höhnisch** a préparé un silicure de thorium Si^2Th (voir p. 134) et, d'autre part, par fusion d'un mélange d'Al et de Th dans le vide, un alliage ThAl^3 sous forme d'aiguilles hexagonales. — **M. R. Doht**, par l'action du chlore à l'état naissant sur la monophénylurée, a obtenu soit la *p*-chlorophénylurée, soit la 1:2:4-dichlorophénylurée; en solution acétique, on obtient les mêmes produits par passage de Cl gazeux; en solution acétique bouillante, la dichlorophénylurée se décompose en CO^2 , AzH^3 et dichloracétanilide. — **M. F. von Hemmelmayr** a isolé, des produits accessoires peu solubles dans l'alcool de la préparation de l'ononine, une substance qu'il nomme *onocérine*. Par oxydation avec l'acide chromique en présence d'acide acétique, elle fournit d'abord de l'onocétone, puis, par action plus prolongée, un acide $\text{C}^{20}\text{H}^{30}\text{O}_8$, l'acide onocérique. L'oxydation à l'ébullition conduit à un acide isomère au pseudo-onocérique. L'acide nitrique donne, outre les acides acétique et butyrique, des acides dinitro ou trinitro-onocériques suivant la concentration. Le permanganate en solution acide l'oxyde complètement en CO^2 et H^2O .

2^e SCIENCES NATURELLES. — **M. M. Probst** indique quels sont les trajets des voies sensitives centrales et la localisation des centres sensitifs d'après l'étude expérimentale et anatomo-pathologique des lésions du cerveau. — **M. L. von Lorenz** décrit les caractères différentiels de la gazelle *salmi*, espèce nouvelle de gazelle trouvée récemment près de Fachoda et qu'on paraît avoir confondue jusqu'à présent avec la *G. rufifrons*. — **M. B. Klapotcz** a étudié les Cestodes parasites des Poissons, du *Varrus* et de *Hilaryx* rapportés par M. F. Werner de son expédition au Soudan égyptien et dans le nord de l'Ouganda; il a trouvé trois espèces nouvelles: *Ichthyotania sulcata*, *I. pentastomum* et *Taenia gondokorensis*.

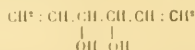
ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Décembre 1905.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J. P. van der Stok**: Les courbes de fréquence des observations baromé-

triques. Il s'agit d'une collection de 67,252 observations barométriques, faites au Helder depuis août 1843 jusqu'à juillet 1904. L'auteur en déduit que la durée moyenne d'une perturbation est 6,90 jours en hiver, 4,89 jours en été et 6,04 jours aux équinoxes. Ensuite, il se sert de la formule empirique $y = e^{-hx^2}(a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4)$, qu'il divise dans la courbe symétrique $y = e^{-hx^2}(a + cx^2 + ex^4)$ et la déviation $y^2 = e^{-hx^2}(bx + dx^3)$. — M. W. Kapteyn : Sur le quotient de deux fonctions consécutives de Bessel. L'auteur se pose la question de développer le quotient $\frac{I_{n+1/2}}{I_{n+1}}$ des deux fonctions $I_{n+1/2}$ et I_{n+1} de Bessel de première espèce dans la série $f_1 z + f_2 z^2 + f_3 z^3 + \dots$. De ce développement, convergent pour toutes les valeurs de z dont le module est plus petit que celui de la première racine positive de $I_{n+1/2} = 0$, Euler et Jacobi ont déterminé les premiers coefficients. Ici l'on trouve les coefficients généraux f_{2n} et f_{2n+1} sous forme de déterminants. — M. H. G. van Sande Bakhuyzen présente la brochure : « Déterminations de la différence de longitude Leyde-Ubagesberg, de l'azimut de la direction l'Ubagsberg-Sittard et de la latitude d'Ubagsberg par la mesure des distances zénithales et d'après la méthode Horrebow-Talcott en 1903 ».

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz : Sur les bandes d'absorption et d'émission dans les corps gazeux. Seconde partie (suite de *Rev. gén. des Sc.*, t. XVII, p. 56). 15. L'absorption peut-elle être expliquée à l'aide de la résistance qui se présente, d'après la théorie des électrons, aussitôt qu'une particule chargée se meut ? 16. L'énergie totale absorbée par une couche d'épaisseur donnée. 17. Les phénomènes qui ne s'expliquent qu'à l'aide d'une petite valeur de τ . 18. Une variation de la fréquence en rapport apparent avec un déplacement observé par MM. Humphreys et Mohler. 19. Influence d'un certain terme omis dans le calcul. — Ensuite M. Lorentz présente au nom de M. J. J. van Laar : Sur l'allure des lignes spinodales et des lignes de plissement pour des mélanges binaires de substances normales. Troisième communication (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XVI, p. 664 et 748). — M. P. van Romburgh présente, au nom de M. W. van Dorsten : Le carbure d'hydrogène le plus simple à deux systèmes conjugués de liaisons doubles, le 1:3:5-hexatriène. En 1878, M. Tilden a émis l'hypothèse que les terpènes sont des substances dérivées d'un carbure d'hydrogène de la formule $\text{CH}^2 : \text{CH} : \text{CH} : \text{CH} : \text{CH}^2$. Dans la même année, M. Franchimont indiquait une méthode probable de préparation de cet hydrocarbure, la soustraction de deux atomes de chlore au chlorure d'acroléine. Cette méthode n'a pas mené au but désiré. L'attention a été fixée une seconde fois sur cette question, à la suite des considérations de M. Thiele sur des systèmes conjugués de liaisons doubles et des recherches correspondantes ; en effet, ce corps formerait l'hydrocarbure le plus simple à deux liaisons doubles, consistant en deux systèmes conjugués. Aujourd'hui, les auteurs ont obtenu la substance désirée à l'aide du *s-divinylglycol*. Elle est incolore, d'une odeur faiblement pénétrante, très réfringente, s'oxydant lentement dans l'air. Point d'ébullition : entre 77° et 82°. Composition C_6H_8 . Poids spécifique 0,7565 ; indice de réfraction 1,49856, ce qui donne $p/R = 31,03$, au lieu de 28,53. La structure se déduit de la formation à l'aide de



par la soustraction des deux groupes OH à l'aide de l'acide formique. Donc, l'hydrocarbure peut se présenter sous deux formes géométriques isomériques, la forme *cis* et la forme *trans* :



et



Si l'on admet des valences partielles, on parvient à la formule :



— M. H. W. Bakhuyzen Roozeboom présente au nom de M. A. Smits les deux communications : 1^o Les équilibres occultes dans les sections (p, x) au-dessous du point eutectique. Les sections p, x de systèmes binaires à proximité du point eutectique ont été étudiées minutieusement par M. Bakhuyzen Roozeboom, sans se soucier de l'allure des isothermes de solubilité dans les domaines labile et métastable. Ce dernier problème ne pouvait être résolu, il est vrai, qu'après l'apparition de l'étude de M. van der Waals intitulée : « L'équilibre entre une substance solide et une phase fluide, à la proximité de l'état critique » (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 51). Ici M. Smits s'occupe du problème en question ; il indique la connexion entre le domaine stable et les domaines métastable et labile ; 2^o Sur les phénomènes qui se présentent si la courbe des points de plissement et la courbe des trois phases d'une combinaison binaire dissociante se rencontrent. En comparant les résultats de ses recherches sur le système éther-anthraquinone avec les cas étudiés dans une communication précédente (*Rev. gén. des Sc.*, t. XVI, p. 96), l'auteur a obtenu une représentation cohérente des phénomènes indiqués dans le titre, dans la supposition que la combinaison est miscible en toute proportion avec les deux composants.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. C. A. Pekelharing présente deux communications au nom de M. L. van Itallie : 1^o Les catalases du sang. L'auteur continue une re-

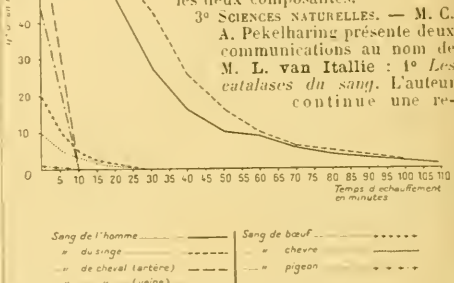


Fig. 1. — Nombre de milligrammes de H_2O_2 décomposés par cinq milligrammes de différentes espèces de sang après chauffage à 63° dilution 1 : 1000.

cherche commencée par M. C. J. Koning, qui avait remarqué que le sang humain, chauffé à la dilution de 1 : 100 pendant une demi-heure à 63°, possède encore une certaine quantité de catalase, tandis que, dans les mêmes circonstances, le sang bovin n'en montre plus la moindre trace. Le diagramme ci-joint fait connaître les résultats. 2. La différenciation des liquides organiques albumineux. Application des résultats de la communication précédente à la médecine criminelle. Distinction entre les taches fraîches de sang de l'homme, du chien, du bœuf et entre les taches de liné, datant de 1903, provenant du sang de l'homme, du bœuf, du cheval, de la chèvre et du cochon. Distinction entre le lait de vache et le lait de femme. — M. C. Winkler présente au nom de M. L. J. J. Muskens : Recherche anatomique sur les connexions dans le cerveau. Suite (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 1056).

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

La Logistique et l'Induction complète. La notion de *Correspondance*. — On posait en principe, autrefois, — tout gratuitement, d'ailleurs, et sans la moindre démonstration, — que tout raisonnement deductif, en particulier tout raisonnement mathématique, peut être décomposé en un nombre fini de syllogismes.

M. Poincaré, dans *La Science et l'Hypothèse*, a montré que tel n'est pas le cas pour beaucoup de généralisations mathématiques et, spécialement, pour le raisonnement si connu sous le nom d'*induction complète*¹.

Mais le principe de ce raisonnement, qui échappe ainsi à l'insuffisance, et même assez rudimentaire analyse de la Logique aristotélicienne, découle-t-il, au contraire, de la Logique moderne?

On sait, en effet, que les logiciens ont reconnu, sans trop de peine d'ailleurs, la puérilité de l'ancienne Logique formelle, et lui ont substitué une construction nouvelle, la Logique algorithmique, véritable recherche sérieuse, scientifique, des éléments simples du raisonnement. La Logique algorithmique ou *Logistique* représente ces éléments par un ensemble (*pasigraphie*) de signes d'aspect cabalistique, mais qu'il suffit, au moins à ce qu'il semble au premier abord, de combiner suivant des règles déterminées pour faire toujours des raisonnements corrects.

Par rapport à la Logique algorithmique, M. Couturat prétend que le principe d'induction complète ne représente nullement un axiome nouveau. Pour lui, ce principe fait partie de la définition des entiers naturels. C'est un des cinq postulats posés par M. Peano pour cette définition², celui qui sert à distinguer les entiers naturels des nombres transfinis (car, par une curieuse

inversion, ce sont aujourd'hui les nombres finis que l'on se trouve avoir besoin de définir par opposition aux autres).

Mais cette conclusion est, elle aussi, fortement battue en brèche par M. Poincaré, dans un récent article de la *Revue de Métaphysique et de Morale*³.

Les cinq postulats de Peano sont ils vraiment la définition des nombres entiers? Oui, en un sens, car ce sont ces propriétés qui caractérisent la notion de nombre entier, et, d'autre part, en partant d'elles seules, on peut (du moins, cela est fort vraisemblable) retrouver toutes les autres propositions de l'Arithmétique.

Est-ce suffisant? Et même la notion de nombre est-elle susceptible d'une véritable définition, fût-elle par postulats? Il faut bien qu'il y ait des notions indéfinissables : et si l'on veut aller plus loin que Pascal, préciser quelles seront ces notions indéfinissables, peut-être suffirait-il de remarquer qu'une définition est le passage d'un premier état d'esprit (celui où nous ne possédons pas la notion à définir) à un second où nous la possédons. Tous ceux qui s'occupent de logique font constamment l'effort, plus ou moins pénible, étant dans le second de ces états, de se placer par la pensée dans le premier. Mais encore faut-il que ce premier état puisse se concevoir. Je crains fort que toute notion pour laquelle cette dernière condition ne serait pas remplie ne soit tout aussi indéfinissable que ne l'est, pour Pascal, la notion d'être. Or, tel est précisément le cas pour la notion de nombre entier. Aussi M. Poincaré n'a-t-il pas eu de peine à trouver, dans l'article qu'il réfute, l'emploi constant des mots « un », « deux », « plusieurs ». Qu'est-ce à dire? Le sens de ces mots est-il supposé connu? Les Nombres, au sens vulgaire du mot, sont-ils ou non la même chose que les « nombres » définis par les cinq postulats? En particulier, les premiers les Nombres vulgaires jouissent-ils des cinq propriétés en question?

On conçoit, avant même de s'en rendre pleinement compte par la lecture de l'article de M. Poincaré, la répercussion qu'une telle obscurité peut avoir sur la légitimité de la définition défendue par M. Couturat, même lorsqu'on considère cette définition en elle-

¹ Toute propriété relative à un entier m , qui ne peut avoir lieu pour $m = 0$ sans avoir lieu aussi pour $m = a - 1$, et qui, d'autre part, a lieu pour $m = 1$, est nécessairement vraie pour toute valeur de m .

² 1° Zero est un nombre entier; 2° Zero n'est le suivant d'aucun nombre entier; 3° Tout entier a pour suivant un entier; 4° Deux nombres entiers sont égaux, si leurs suivants le sont; 5° Le principe de l'induction complète.

³ 13^e année n° 6, novembre 1905, p. 81, 82.

même. Pour qu'elle fût acceptable, il faudrait démontrer que les cinq postulats ne conduisent à aucune contradiction. Or cette démonstration, jamais les logisticiens ne l'ont tentée; mais, de plus, on ne pourrait la présenter si tant est qu'on y arrive qu'en faisant intervenir une induction complète appliquée non pas aux « nombres » qui sont supposés admettre une telle induction, mais aux nombres au sens vulgaire, lesquels ne leur sont pas identiques jusqu'à nouvel ordre!

Cela n'empêche pas, encore une fois, que les postulats de Peano ne constituent, en un certain sens, une définition des nombres entiers, et même que ce ne soit là un résultat extrêmement intéressant et important. Mais il paraît impossible de considérer cette définition comme valable sans aucune hypothèse et de lever la restriction exprimée par les mots « en un certain sens »; il paraît indispensable de prendre les postulats, en particulier celui de l'induction complète, comme un axiome directement emprunté à l'intuition. De telles difficultés se rencontreront évidemment toutes les fois qu'il s'agira de montrer l'existence d'un concept sans lequel tout jugement ou tout raisonnement devient impossible.

M. Poincaré réfute encore une autre prétention de la Logistique, celle de donner des règles qu'il suffit d'appliquer mécaniquement pour être sûr de ne jamais se tromper. De même que les pseudo-règles anciennes n'ont pas empêché les Traités de Logique de cataloguer, et de transcrire ainsi de génération en génération, des modes de syllogismes faux, de même, en des cas évidemment moins enfantins que ceux où s'emberlificotait cette logique formelle, les règles de la pasigraphie ne peuvent suffire, à elles seules, à discerner en toute circonstance le vrai du faux: il faut encore se résigner à laisser la raison humaine juger en dernier ressort.

Le même numéro de la *Revue de Métaphysique et de Morale* présente, entre MM. Russell et Boutroux, une discussion qui n'est pas sans rapport avec ce qui précède et qui dépend, en même temps, d'un sujet abordé, ici même, à plusieurs reprises. Elle est, en effet, relative à la notion de correspondance. L'une des thèses soutenues, à ce sujet, par M. Boutroux au Congrès de Genève est que la notion de correspondance est impossible à « décrire ». M. Boutroux émet donc simplement, sur la définition de la notion de correspondance, la même idée que nous exposions précédemment sur la définition d'une correspondance déterminée.

Quant aux discordances qui se manifestent entre lui et M. Russell, elles nous paraissent provenir entièrement de ce que la question n'est pas portée sur son véritable terrain.

M. Russell part d'une « énonciation contenant deux ou plusieurs variables ». Une fois cette notion admise, sa définition de la correspondance ne présente, à notre avis, aucune difficulté.

Et cependant M. Boutroux est, pour nous, fondé à soutenir contre lui que l'idée de correspondance pourrait, suivant son expression, avoir une « complexité infinie », c'est-à-dire être indéfinissable par un nombre fini de mots; qu'il existe de pareilles idées. On a été, dans ces derniers temps, nécessairement conduit à les envisager, ne fût-ce que pour dire qu'on les rejette, comme le veulent les mathématiciens qui adoptent le point de vue de Kronecker.

Toute la difficulté provient, il est à peine besoin de le dire, de la notion initiale d'« énonciation », sur laquelle se pose exactement le même problème que sur la correspondance. Le concept d'« énonciation contenant deux ou plusieurs variables » est indéfinissable, c'est

entendu: encore faut-il qu'il ait, dans le fond, la même signification pour tout le monde. Or, nous savons aujourd'hui que des esprits différents le prennent dans des sens différents. Par une énonciation de l'espèce indiquée, nous entendons-nous une énonciation de complexité infinie, on admettons-nous des énonciations de complexité infinie? Telle est la question à laquelle il faut d'abord répondre: elle est, en réalité, tout à fait générale et ne concerne pas plus la correspondance que la « relation » quelconque.

§ 2. — Astronomie

La grande tache du Soleil. — L'année 1903 correspondra sans doute à un maximum assez important dans la fluctuation de l'activité solaire, dont la période est de onze années: non point, peut-être, que les taches aient été particulièrement nombreuses, mais leur étendue était certainement très anormale. Déjà, en février et en juillet, se présentèrent des groupes très importants et, enfin, le 14 octobre, apparut au bord du Soleil un groupe dont l'étendue paraît unique jusqu'à ce jour. Parvenue au méridien central le 20 octobre, cette tache atteignait, le 27, le bord occidental; peu après, une seconde tache visible à l'œil nu traversait le disque solaire, et l'on put apercevoir simultanément les deux groupes correspondants sur le Soleil.

Le premier groupe était évidemment l'indice d'une formidable tempête photosphérique: il atteignait 195.000 kilomètres de longueur, et l'on put en suivre assez régulièrement les transformations, grâce aux photographies et aux dessins d'habiles expérimentateurs comme Jeantet, Quémisset, Schmoll... La grande tache noire centrale ne mesurait pas moins de 51.000 kilomètres de longueur, soit plus de quatre fois le diamètre de la Terre, et, vers la fin, le noyau présentait une tendance à la désagrégation. La profondeur même de cette éclaircie dans les nuages photosphériques fut bien mise en évidence lorsqu'elle se présenta de profil sur le bord du Soleil.

Mais, si l'année 1903 est notable, par ailleurs, en ce qui concerne la recrudescence des tremblements de terre, le nombre des cyclones et des trombes, la variété des perturbations magnétiques, il est cependant remarquable que l'activité solaire ne se soit point manifestée sur la Terre par la multiplication des aurores boréales: elles sont restées très localisées aux pays du Nord. C'est là un point digne d'attention et l'on en peut conclure que la relation entre les taches et les aurores reste assez mystérieuse.

L'étoile 70 Ophiucus. — Dans le n° 3946 des *Astronomische Nachrichten*, l'astronome A. Prey, de Vienne, donne une intéressante discussion du rapport des masses des deux composantes de l'étoile double 70 Ophiucus, et, en se servant des éléments trouvés dans divers catalogues depuis 1820, date à laquelle on fit une distinction entre les deux composantes de cette étoile, il arrive aux conclusions suivantes:

Le centre de gravité du système est aux $\frac{4}{5}$ de la distance, et plus près du compagnon, de sorte que la masse de celui-ci est quatre fois plus grande que celle de l'étoile principale; si l'on adopte la parallaxe de Schur 0"16, les deux masses sont respectivement 0,32 et 1,28 de celle du Soleil. C'est donc un exemple frappant de système binaire dans lequel le rapport des masses n'est nullement le même que celui des éclats; nous en connaissons un autre dans le cas de Procyon avec son compagnon de 13^e grandeur, mais l'exemple le plus connu est celui de Sirius, dont le compagnon est de 9^e grandeur stellaire, tandis qu'il n'est que de deux fois et demi plus petit que l'étoile principale. Ici, mieux encore, l'étoile la plus lourde est la moins lumineuse.

Cet intéressant résultat fait honneur à M. A. Prey: de plus en plus, les recherches modernes attirent l'attention vers les systèmes multiples du ciel, minent profonde

¹ Le paradoxe de Burati-Forti, qui amène M. Poincaré à cette constatation, appartient d'ailleurs à une catégorie d'exemples traités par les logisticiens eux-mêmes, qui ont vu là un fait tout analogue, dans le fond, au paradoxe classique d'« Epiménide ».

² *Loc. cit.*, p. 906-917.

³ *Ibid.*, p. 907.

de réflexions théoriques et de mesures physiques. On a vu Alcol et son compagnon obscur susciter de beaux travaux de Vogel, Chandler, Tisserand, L. Boss, Pannekoek : les deux corps ont ici aussi des dimensions comparables et tournent l'un autour de l'autre ; faut-il, pour expliquer les inégalités, recourir à l'aplatissement du corps principal, ou à une rotation de ce système binaire autour d'un troisième corps ? Il peut y avoir là matière à doute et à travaux très délicats.

Mais, à coup sûr, ces captivantes questions transforment l'Astronomie : l'individu rend aujourd'hui devant la construction de catalogues gigantesques, et à précision des instruments, leur puissance, paraît mieux utilisée en fouillant les détails de coins spéciaux, étoiles variables ou multiples, nébuleuses ou amas.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

L'allumage des mines au moyen des ondes acoustiques. — Un phénomène remarquable a récemment été observé sur les résonateurs tubulaires à l'intérieur desquels on suspend un mince disque de matière rigide, susceptible d'une rotation facile¹. Lorsque, en effet, on produit la note fondamentale du résonateur, le disque se met à tourner autour de son axe jusqu'à ce que sa surface soit verticale à l'axe longitudinal du résonateur ; il se maintient dans cette position aussi longtemps qu'on fait durer l'émission du son fondamental, et ce n'est qu'en faisant cesser ce

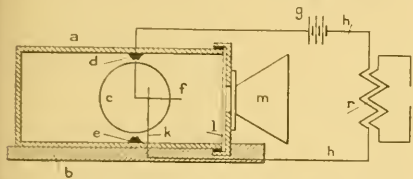


Fig. 1. — Schéma du dispositif d'allumage des mines par ondes acoustiques. — a, résonateur, monté sur une base b ; c, disque tournant ; d, e, goupilles ; f, k, leviers de contact ; g, piles ; h, conducteur ; r, bobine ; l, membrane ; m, entonnoir de renforcement.

dernier que le ramène à sa position originale. Les sons d'une note différente et d'une intensité quelconque sont incapables de produire la moindre rotation du disque.

Ce phénomène vient d'engager un inventeur allemand à construire un dispositif² où un courant électrique est fermé ou ouvert, renforcé ou affaibli, par la rotation du disque, qui de cette façon peut amorcer les forces les plus variées. L'un des emplois les plus remarquables auquel se prête cet appareil, c'est l'allumage des mines, qu'on réalise sans le concours d'un conducteur matériel quelconque reliant l'appareil avec le générateur acoustique.

La figure 1 représente schématiquement le dispositif employé : a est le résonateur tubulaire reposant sur une base b et à l'intérieur duquel on a disposé un disque mince c dans les goupilles d, e, où il tourne avec facilité. A ce disque c est attaché un levier de contact f, se projetant au delà de ce dernier et relié, au-dessus de la goupille d, à l'une des bornes d'une pile galvanique g. L'autre borne de la pile se trouve en communication, au moyen d'un conducteur h, avec la bobine primaire d'un dispositif d'allumage électrique, ainsi qu'avec le levier de contact k placé sur le chemin du levier f. Afin de protéger le disque et les contacts contre les influences atmosphériques, on a fermé le bout supérieur du résonateur par une membrane l, de

caoutchouc ou autre substance analogue ; un entonnoir m, disposé au-dessus de cette membrane, sert à renforcer les effets acoustiques.

Cet appareil étant relié par exemple à une mine disposée sur terre à proximité de la côte, lorsqu'on vient à donner un signal d'un torpilleur dont la sirène a été accordée pour la note caractéristique du résonateur a, le disque c se met à tourner, et le levier de contact f frappant le levier k, le circuit de la batterie g se ferme et une étincelle d'allumage est produite, occasionnant l'explosion de la mine. Avant d'actionner le disque c, on le retient par un ressort faible dans une position ni verticale à l'axe longitudinal du résonateur, ni susceptible de produire un contact accidentel entre les leviers f et k.

Afin de prévenir une explosion involontaire, qui par exemple pourrait être produite par le signal de la sirène d'un vaisseau de guerre, se trouvant par hasard accordée pour la même note, on peut disposer l'appareil en sorte que l'allumage ne se produise qu'après qu'un nombre déterminé de signaux ont été donnés.

Cette invention est, semble-t-il, préférable au dispositif d'allumage par ondes électriques d'un autre inventeur moderne, pour lequel il y a bien davantage lieu de craindre les allumages involontaires, en raison des multiples applications que trouve la télégraphie sans fil.

§ 4. — Physique

La perte de vitesse et d'énergie qu'éprouvent les projectiles à leur passage à travers l'eau. — Les remarquables phénomènes d'explosion qu'on observe toutes les fois que des projectiles en mouvement rapide viennent frapper des masses liquides ont été l'objet de bien des investigations dans ces dernières années, investigations qui ont montré que ni la rotation, ni l'échauffement du projectile n'y jouent un rôle important. On a également fait voir que ces phénomènes ne sont pas dus non plus aux effets de la pression hydraulique, le vase n'éclatant qu'après la sortie du boulet.

Ces intéressants phénomènes viennent d'être étudiés de plus près par MM. Gildemeister et H. Strehl¹.

L'énergie de mouvement communiquée au liquide est, au maximum, égale à celle que perd le projectile à son passage à travers la masse liquide ; sa valeur s'approche de très près de ce maximum en raison de la petitesse de la quantité immédiatement transformée en chaleur.

Dans le dispositif employé par les auteurs, le projectile, en frappant un fil conducteur, déchargeait un condensateur sur une résistance libre de self-induction ; cette décharge cessait aussitôt qu'un second fil, se trouvant également sur le chemin du boulet, était rompu. L'intervalle de temps s'écoulant entre ces deux ouvertures de courant se déduit de la charge résiduelle du condensateur, sa capacité et sa charge initiale étant données.

Voici la loi que les auteurs déduisent de leurs expériences :

« La perte de vitesse d'un projectile au sein de l'eau est proportionnelle à la première puissance, et la perte d'énergie à la seconde puissance de la vitesse d'entrée. »

« Blanc » ou « incolore ». — Dans un récent numéro du *Dingler's Polytechnisches Journal* N° 3, 1906, M. Hædicke fait remarquer, avec beaucoup de justice, combien est fréquente la confusion des deux notions de « blanc » et d'« incolore », le premier mot étant bien souvent employé là où il faudrait mettre le second. Les traités classiques mêmes ne sont pas exempts de ce quiproquo.

Dans la plupart des traités d'Optique, on trouve, en effet, cet énoncé que les « prismes décomposent la lumière blanche dans ses couleurs » et que « les expériences du disque chromatique démontrent le fait que

¹ Voir la *Revue gen. des Sciences* du 1^{er} octobre 1905, t. XVI, p. 848.

² Voir *Technische Rundschau*, n° 2, 1906.

¹ *Annalen der Physik*, n° 13, 1905.

le blanc est obtenu par une composition appropriée de toutes les couleurs du prisme ».

La lumière frappant le prisme est, néanmoins, dans la majorité des cas, absolument claire, *exemple de couleur*, et ce n'est qu'exceptionnellement, dans des conditions expérimentales tout à fait spéciales, qu'elle est *blanche*. Si, par conséquent, l'on pouvait obtenir les couleurs prismatiques dans toute leur pureté sur des plaques de verre exemptes de couleur, ce n'est pas le blanc, mais l'absence de toute couleur qu'on réaliserait.

Une couleur parfaitement *blanche* est, d'autre part, obtenue par la dispersion de la lumière pure incolore, sur de la glace ou du verre purs à l'état finement pulvérisé. On dit souvent que le blanc ne serait point une couleur. Si cette assertion était vraie, *blanc* serait en réalité identique à *incolor*, et les deux notions se confondraient. Aussi il serait plus juste de suivre l'usage journalier en science aussi et de regarder le blanc et le noir comme couleurs, représentant deux limites idéales opposées, le blanc étant la lumière exempte de couleur parfaitement pure, à l'état de dispersion, et le noir l'absence absolue de lumière. *Toutes les couleurs peuvent cependant passer soit au blanc, soit au noir, par dilution ou concentration extrêmes respectivement.*

§ 3. — Chimie physique

Recherches sur la luminescence chimique.

On sait que le phosphore devient lumineux dans l'obscurité par sa combinaison avec l'oxygène de l'air. D'autre part, l'on observe des phénomènes lumineux dans la cristallisation de l'arsenic de sa solution chlorhydrique. Enfin, les cristaux de saccharine donnent, comme on le sait, naissance à des étincelles lumineuses blanches en étant broyés. Ces phénomènes lumineux, désignés respectivement sous les noms de chimie-luminescence, cristallo-luminescence et tribo-luminescence, viennent d'être étudiés par M. Trantz¹. Afin de bien pouvoir observer la moindre trace de luminosité, l'auteur avait eu soin, avant chaque expérience, de reposer ses yeux à l'obscurité pendant au moins un quart d'heure. Les observations suivantes méritent un intérêt tout spécial.

Sans être lumineux ni en fondant ni en se solidifiant, le salpêtre présente une forte luminosité lorsque sa fonte solidifiée est rapidement refroidie en la plongeant dans l'eau froide. Dans quelques cas, l'on observe des étincelles d'une grande violence, la masse cristalline étant déchirée avec de fortes crispations. Ces étincelles sont évidemment d'origine électrique.

Lorsqu'on ajoute de l'acide chlorhydrique froid à une solution saturée de potasse dans de l'alcool méthylique, il se produit, surtout au commencement, une lueur verdâtre, en même temps qu'il se sépare du chlorure de potassium.

Tous ces cas de cristallo-luminescence peuvent se réduire aux effets de frottement entre les cristaux séparés, c'est-à-dire à la tribo-luminescence.

En ce qui concerne les nombreuses réactions chimiques s'accompagnant d'une production de lumière, l'effet du carbure de calcium finement pulvérisé sur l'acide chlorique chaud est tout spécialement remarquable. Cet effet consiste en une lueur brillante de couleur verte. La luminescence la plus éclatante qu'on ait jusqu'ici observée dans un mélange liquide aux températures basses (environ 100° se produit par l'action simultanée du peroxyde d'hydrogène sur le pyrogallol et la formaldéhyde. Cette luminescence se manifeste facilement au spectroscopie; on obtient un spectre continu allant du rouge au bleu-vert, avec un éclat maximum dans le rouge orangé. En élevant la température, on augmente la vitesse de réaction et l'intensité lumineuse, tandis que la température n'exerce

aucune influence sur la tribo-luminescence. En étendant ces recherches aux rayons invisibles, M. Trautz a eu l'occasion de constater qu'une lame d'aluminium de 2 millimètres d'épaisseur est imperméable à la cristallo-luminescence en solution aqueuse et à la luminescence du pyrogallol.

§ 6. — Sciences médicales

Le lait des vaches tuberculeuses. — Les vaches tuberculeuses abondent en France, ainsi qu'il ressort de statistiques nombreuses publiées dans ces dernières années; mais la législation sanitaire, en matière de tuberculose bovine, ne considère comme malsaines et dangereuses que les vaches ayant des lésions bacillaires des mamelles. En réalité, il n'en est pas ainsi, et M. Moussu², professeur à l'Ecole d'Alfort, vient de démontrer, par des recherches intéressantes et laborieusement conduites, que le lait de vaches tuberculeuses, ne présentant que peu ou pas de signes cliniques, peut renfermer des bacilles et se montrer virulent. On comprend donc combien il serait désirable de voir exclure de la consommation tout lait provenant d'une vache qui réagit à la tuberculine, car il est prouvé aujourd'hui, par Nocard et ses élèves, que, contrairement à l'opinion de Koch, l'infection se produit par la voie intestinale.

La tuberculose et les influences professionnelles. — MM. les Drs Le Gendre et Plique viennent de publier³ des recherches très intéressantes sur ce sujet. Ils ont constaté que les professions exposant à des contagions directes (blanchisseuses, personnel des hôpitaux, démolisseurs, etc.) présentent des statistiques assez disparates, mais, dans toutes, on retrouve l'influence d'infections soit successives, soit répétées. Les professions trop pénibles, prédisposant par surmenage, sont aussi très variées : au surmenage professionnel peut s'ajouter, d'ailleurs, le surmenage extra-professionnel, par mauvais emploi des heures de loisir. Le surmenage local agit à la façon d'un véritable traumatisme, de même d'ailleurs que les professions à poussières ou celles qui obligent les ouvriers à passer de longues heures dans des espaces clos, dans des ateliers trop petits ou mal aérés : c'est ainsi que les avocats, les instituteurs, les chanteurs, les mouleurs, les fondeurs, etc., paient à la tuberculose un important tribut. Le gain professionnel trop restreint est lui-même une cause fréquente, et, dans un même métier, les pères de famille sont plus frappés que les célibataires qui ont des besoins moins considérables. Mais les professions les plus funestes sont celles qui exposent à la consommation d'alcool, et les garçons de café, les marchands de vins, les papiers, les livreurs, etc., sont très souvent tuberculeux. On voit donc, par ce rapide exposé, combien paraît tous les jours plus grave et plus complexe le problème de la prophylaxie de la tuberculose : mais une notion apparaît nette, sur laquelle il faut toujours et encore insister, c'est la nécessité absolue de combattre l'alcoolisme.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le développement de l'Afrique occidentale française. — Grâce à l'énergie et à l'intelligence de son gouverneur général, M. Roume, cette colonie prend un essor des plus encourageants pour l'avenir. Le commerce a doublé en dix ans, passant de 78.778.000 francs, en 1895, à 161.823.000 francs, en 1904; les voies de communication sont activement poussées dans plusieurs directions et l'amélioration des conditions sanitaires produit déjà des effets merveil-

¹ *Revue de la Soc. Scientif. d'hyg. alim. et de l'alim. rationnelle de l'homme*, 1905, p. 817.

² *J. de Méd. et Chir.*, Paris, 1903, p. 938.

³ *Dingler's Polytechnisches Journal*, no 2, 1906.

lieux, c'est ainsi qu'en vue de la destruction des moustiques, propagateurs de la fièvre jaune et de la fièvre paludéenne, le Gouverneur général a prescrit la suppression de toutes les eaux stagnantes, et, malgré le peu de bon vouloir des indigènes, disposés plutôt à voir dans ces sages précautions d'inutiles tracasseries, des résultats étonnants sont enregistrés. A Dakar, en deux ans, le nombre des cas de paludisme a diminué de moitié. En cas de fièvre jaune ayant éclaté dans la ville, en mai dernier, est resté isolé, grâce aux précautions prises.

Les travaux publics sont en train d'épuiser le premier emprunt de la colonie. Chemin de fer du Dahomey, de la côte d'Ivoire et de la Guinée, aménagement des ports d'Abidjan et de Dakar, correction du fleuve Sénégal, tous ces chantiers sont en activité et avancent normalement. Au Dahomey, 226 kilomètres de rails sont déjà en exploitation. Dans la Côte d'Ivoire, le canal qui doit faire communiquer la mer avec la lagune, sur l'emplacement futur de Port-Bouet, — aujourd'hui Petit Bassam, — est amorcé sur presque toute sa longueur, et les travaux du chemin de fer, encore à ses débuts, sont poussés activement. Sur la ligne de Konakry au Niger, 154 kilomètres sont utilisés depuis le 1^{er} juillet 1904; une véritable ville, Kindia, s'est formée au terminus provisoire. Enfin, la voie ferrée du Sénégal au Niger, qui relie Kayes à Koulikoro, est terminée depuis le 15 décembre 1904. Deux faits intéressants caractérisent ces lignes. Tandis que la route d'étapes par terre fait le vide autour d'elle, la voie ferrée attire la population et provoque une activité féconde; une des meilleures preuves en est le peuplement qui s'est effectué de chaque côté de la ligne, déjà ancienne, Saint-Louis-Dakar. En second lieu, au bout de très peu de temps, quand ce n'est pas immédiatement, les recettes kilométriques atteignent des chiffres qui dépassent toujours les prévisions les plus optimistes. C'est un des exemples qui montrent le mieux le rôle de premier ordre que joue la voie ferrée dans toute exploitation coloniale.

Les travaux d'aménagement du fleuve Sénégal ont déjà fourni plusieurs résultats importants: le balisage et l'éclairage du fleuve, et l'établissement d'une carte hydrographique complète dont les premières feuilles ont déjà paru. Le dragage des seuils de Todd et Kermour, que l'on va entreprendre bientôt, permettra d'augmenter la durée de la navigation pour les bâtiments de haute mer. Enfin, on étudie les moyens de supprimer la barre, de fixer l'embouchure du fleuve et d'accroître son débit par un barrage dans le cours supérieur. Grâce aux améliorations déjà existantes et aux progrès analogues accomplis sur le Niger, on pourra, à l'époque des hautes eaux du Sénégal, se rendre de Timbouktou à Dakar en huit ou neuf jours, et en France en seize ou dix-sept jours. Mais, alors même que tous ces projets fluviaux seront réalisés, et il ne faut pas oublier que quelques-uns seront fort coûteux, tandis que d'autres paraissent problématiques, le Sénégal n'en restera pas moins un fleuve à crues, soumis à l'aléa des conditions atmosphériques. D'autre part, le développement du Soudan ne saurait attendre. C'est pourquoi il est question d'un projet de voie ferrée qui relierait Thiès, sur la ligne de Saint-Louis à Dakar, à Kayes, au commencement du chemin de fer du Niger. Ce tracé de 680 kilomètres de longueur se présente dans des conditions très favorables de construc-

tion; il permettrait la mise en valeur d'un large territoire et des produits du Soudan ne supporteraient qu'un seul transbordement à Dakar.

Par le fait de la barre, et malgré l'avantage naturel qu'il a de se trouver à l'embouchure du fleuve Sénégal, le port de Saint-Louis est loin d'avoir l'importance de Dakar. Dakar est à la fois porte d'entrée du Sénégal et du Soudan, point de passage obligé pour tous les navires qui vont d'Europe vers le sud de l'Afrique; en tout temps d'accès facile, il constitue un abri absolument sûr. Aussi bien, Dakar est-il en voie de devenir un port de charbonnage très important. On achève en ce moment son outillage par la construction de deux mûles de 300 mètres de longueur, de 1.900 mètres de quais, accessibles aux grands bateaux, et l'on effectue les dragages nécessaires pour faire accéder les bateaux à ces quais, ainsi que l'établissement de 18 hectares de terre-pleins pour le dépôt des marchandises.

Dans le récent rapport auquel nous devons une partie de ces renseignements, M. Roume s'occupe encore de la population indigène. On espérait que la pacification amènerait un accroissement notable. Cet accroissement est très faible. Les raisons en sont multiples. Sans doute, ce fait tient pour une part à une hygiène déplorable, à une forte mortalité infantile, parfois même à une misère physiologique, résultant d'une quantité de nourriture insuffisante, mais il provient aussi et beaucoup de ce que l'on pourrait appeler l'exploitation sexuelle de la femme indigène par l'homme blanc. Puisque nous protégeons l'éléphant et le héron aigrette, soyons sûrs qu'au seul point de vue économique il serait beaucoup plus productif de travailler à la sauvegarde de la femme indigène.

Nous sommes certes plus exposés à manquer de main-d'œuvre que de richesses végétales. C'est surtout l'arachide, le caoutchouc, les amandes et l'huile de palme qui alimentent le commerce actuel. Les lecteurs de la *Revue* connaissent, d'autre part, les essais de culture en grand du coton qui ont été tentés dans les différentes régions de l'Afrique occidentale. La possibilité de cette culture paraît dès maintenant acquise et les résultats obtenus sont des plus encourageants. Nous croyons que, là encore, et comme nous l'avons signalé ailleurs, le grand danger, c'est la monoculture, quelle que soit la plante choisie. Etant donné le faible apport de nos colonies dans notre consommation de caoutchouc, ce produit est, avec le coton, un de ceux qui se recommandent le plus. Aussi faut-il louer le récent arrêté de M. Roume, par lequel interdiction est faite de laisser circuler le caoutchouc adulteré par l'introduction de matières étrangères ou préparé avec des liquides fermentescibles d'origine animale. De plus, les incisions des arbres et plantes ne pourront être faites qu'à 1 mètre du sol; elles ne pourront être annulaires ni poussées jusqu'à l'aubier. Enfin, des écoles professionnelles seront créées pour enseigner aux indigènes les meilleurs procédés de récolte et de coagulation. La colonisation qui s'inspire de mesures de protection de ce genre doit être encouragée et donnée en exemple.

P. Clerget.

Professeur à l'Institut Commercial de jeunes filles de Fribourg Suisse.

¹ Cf., sur cette question, le Rapport de M. J. BUCHES au Congrès d'Expansion économique mondiale Abou, 1903: *La colonisation des pays neufs et la sauvegarde de la femme indigène*.

LES RÉFORMES DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

Un des maîtres qui honorent le plus et à bien des titres notre corps enseignant terminait ainsi un récent Rapport du Conseil de notre Université :

Peut-être enfin, s'il m'est permis d'exprimer ici quelques opinions personnelles, le vieil organisme de nos Universités aurait-il avantage à se modifier plus profondément encore. Peut-être la vieille division des Facultés, legs des idées médiévales, ne répond-elle plus aux conceptions modernes. Peut-être verrons-nous s'organiser, comme à l'Etranger, dans la plupart des grands États, d'une part des Instituts où seront concentrées, suivant leurs affinités naturelles, les diverses espèces d'enseignements chargés d'élaborer la science d'intéressée, de l'autre des Ecoles pratiques, placées sous leur dépendance, où les applications des sciences mathématiques, physiques, morales, économiques et sociales seront mises à la portée de tous. Ainsi disparaîtraient peu à peu les rouages inutiles. Ainsi s'organiseraient les disciplines qu'exige l'évolution rapide de la science. Ainsi, les Universités, répondant à leur vraie fonction sociale, feraient pénétrer partout cet esprit et ces connaissances scientifiques sans lesquels aucun des grands peuples du passé ne pourra maintenir désormais sa suprématie dans l'ordre matériel aussi bien que dans l'ordre moral. Peut-être, enfin, serait-il indispensable de développer les germes qui ont été jetés déjà, mais au hasard, d'entreprendre résolument sous la direction des Universités l'œuvre d'éducation, *d'extension intellectuelle* pour employer le terme anglais, dont on a tenté confusément les premiers essais¹.

Sans doute, il se produira une évolution de nos groupements provinciaux actuels, et peut-être cet avenir de nos Universités, ainsi tracé dans ses grandes lignes, se réalisera-t-il. Mais nous croyons que l'excellente institution des Universités, dont la création doit être rapportée au puissant esprit d'organisation de M. Liard, risque de rester stérile si elle ne trouve pas, dans les milieux mêmes où elle doit évoluer, l'aliment que réclame son activité et qui est nécessaire à son développement.

Une des conditions premières pour que nos Universités, dont la création réalise une décentralisation, constituent des centres d'activité scientifique vraiment féconde et dont la vie ne soit pas factice est dans le recrutement de leurs maîtres, qui ne doit plus procéder de l'application de lois ou de règlements adaptés à une époque où l'on cherchait

à grouper à Paris, et à Paris seulement, toute la culture de la haute science. Le recrutement des étudiants n'est pas moins important, et constitue une seconde condition vitale essentielle au développement des Universités provinciales. Or voici qu'à peine les a-t-on dotées de presque toutes les conditions de vie active, on leur enlève le premier élément de cette activité : l'étudiant. Il paraît de plus en plus difficile, à l'heure actuelle, aux Facultés de province, de continuer la préparation de professeurs ou de savants qui, s'ils furent en petit nombre, se sont souvent classés de remarquable manière. Et cependant, à la faveur de l'autonomie enfin conquise, nos Universités constituent déjà des Ecoles et rivalisent d'une façon des plus heureuses avec Paris. A peine nos étudiants ont-ils pris l'habitude de subir, *sans pour cela se croire discrédités*, leurs thèses de doctorat devant les Facultés de province que l'application des nouvelles réformes va inmanquablement transporter à Paris, au profit de la seule Sorbonne, agrégations et doctorats.

La production scientifique ne serait-elle donc pas fécondée par l'existence de plusieurs disciplines? Faut-il rappeler les plus glorieuses pages de la science italienne et, entre tous exemples, la magistrale controverse qu'eurent, à l'aurore du dernier siècle, deux grands génies, chefs d'Ecoles rivales, Galvani et Volta? N'est-ce pas à la lutte de ces deux puissants esprits et de leurs élèves que l'électricité doit d'être passée du domaine de la pure curiosité à celui de la féconde utilisation et de pouvoir aujourd'hui révolutionner l'Industrie? S'il est avec quelques raisons soutenable qu'une origine et une formation identiques soient utiles, nécessaires même, à l'agrégation, à l'épreuve d'ordre didactique, qui osera soutenir que l'originalité dans la recherche scientifique se trouve accrue de l'inspiration d'une discipline unique?

Envisageant ces deux importantes questions du recrutement des maîtres et de celui des étudiants, nous allons montrer que le fonctionnement du premier, œuvre du passé, ne s'adapte plus au développement actuel de nos Universités. De récentes réformes risquent de tarir le second; nous chercherons par quelles mesures on pourrait sans doute assurer un recrutement normal d'étudiants à nos Universités.

¹ BOSSAUX, Rapport présenté au Comité du Conseil de l'Université de Paris, 22 janvier 1905.

L'un des progrès les plus marqués dans l'organisation de notre enseignement public date de la

promulgation de la loi du 27 février 1880, qui réorganisa le Conseil supérieur de l'Instruction publique et, en excluant « les rivaux, les détracteurs et les ennemis de l'Université sous la surveillance et la haute police desquels » les précédents gouvernements « l'avaient placée » pour tenir en tutelle l'enseignement à tous les degrés, lui restaura la compétence sans laquelle un semblable Conseil constitue une entrave au libre développement de l'Instruction et aux progrès de l'enseignement.

Mais le législateur de 1880 ne pouvait qu'ignorer les Universités de province non encore existantes. C'est, en effet, la loi du 10 juillet 1896 qui nomma Universités le groupement du corps des Facultés institué par la loi du 18 avril 1893 et qui lui assura un régime financier bien défini et autonome. En fait, les Universités prennent leur origine dans le décret du 28 décembre 1883, qui permit le développement de leurs enseignements si divers, dont beaucoup ont acquis à l'heure actuelle un caractère régional si marqué. Ce décret de 1883 prépare véritablement la naissance des Universités. Comme on s'en peut facilement convaincre en lisant le magistrat exposé des motifs présenté alors au Conseil supérieur par M. Liard¹, ce décret peut être considéré comme la charte première de notre Enseignement supérieur.

La période d'essai qu'il inaugure fut un instrument pour de nouveaux progrès, qui aboutirent bientôt à la création effective des Universités.

La loi de 1880 stipule que deux professeurs de chaque ordre de Facultés seront délégués par l'élection au Conseil supérieur. On réunit ainsi dans un même corps électoral la Faculté de Paris et celles de province. Ce groupement, qui ne prévoit aucune représentation spéciale aux Facultés de province, pouvait paraître assez juste, il y a vingt-cinq ans. Il n'est pas de nature à assurer une représentation des intérêts des Universités provinciales, qui comptent actuellement près de dix ans d'existence légale et qui se sont si rapidement développées dans notre pays.

Depuis vingt-cinq ans, en effet, l'Enseignement supérieur dans les quatre ordres de Facultés s'est notablement accru. En 1880, le nombre des chaires magistrales de Facultés dépassait à peine la centaine dans chaque spécialité, tant pour Paris que pour la province. Ce nombre oscille actuellement

entre 170 et 190, ainsi que le montre le tableau suivant :

	DRÖIT	MÉDECINE	SCIENCES	LETTRES
En 1880 :				
Paris . . .	21	31	19	16
Province . .	93	36	101	87
Totaux . . .	119	67	120	101 = 407 chaires.
En 1905 :				
Paris . . .	35	36	29	38
Province . .	160	139	141	148
Totaux . . .	195	185	170	186 = 736 chaires

Accroissement :

Droit	63
Médecine	177
Sciences	51
Lettres	86

Il existe ainsi aujourd'hui une disproportion choquante entre la représentation de certains corps enseignants au Conseil supérieur et celle des Facultés. C'est ainsi que nous voyons :

le Collège de France,
l'École Normale supérieure

avoir chacun deux délégués, que

le Muséum,
l'École nationale des Chartres,
l'École des Langues orientales vivantes,
l'École Polytechnique,
l'École des Beaux-Arts,
le Conservatoire des Arts et Métiers,
l'École Centrale des Arts et Manufactures,
l'Institut agronomique

ont chacun un délégué, alors que chaque groupe de Facultés, la Faculté de Paris et les 14 Facultés de province réunies, n'a que deux délégués. Ces deux délégués peuvent, d'ailleurs, actuellement appartenir tous deux à la Faculté de Paris ou être choisis dans les Facultés de province. Qu'en résulte-t-il ? Que, suivant le choix des électeurs, soit la Faculté de Paris, soit les 14 Facultés de province *peuvent* n'avoir aucun délégué au Conseil supérieur, et qu'ainsi leurs intérêts propres se trouvent sans représentants au sein du premier Conseil de notre Enseignement public. C'est ainsi qu'actuellement, en 1905, tant dans l'ordre du Droit que dans l'ordre des Lettres, aucun des deux délégués au Conseil supérieur n'appartient aux Facultés de Paris. Le contraire pourrait se produire : la province n'avoir aucun représentant. Cette alternative possible est aussi regrettable pour l'Université de Paris que pour les groupements provinciaux, actuellement

¹ JEAN FÉRY. Exposé des motifs du projet de loi. *Officiel*, 29 mars 1879.

² L. LIARD. Exposé des motifs du projet de décret sur l'organisation des Facultés, présenté au Conseil supérieur. *Lois et Règlements sur l'Enseignement supérieur*, t. IV, p. 211, révisé par de Beauchamp.

³ Ces nombres sont extraits du tableau annexe au *Journal* du 12 février 1881 relatif aux traitements des professeurs de Faculté.

⁴ D'après un relevé pris dans l'Annuaire de l'Enseignement public pour 1906.

si actifs, et dont les intérêts se font de jour en jour plus divers et plus importants.

La représentation effective des Universités de province au Conseil supérieur serait, d'ailleurs, en parfait accord avec les intentions du législateur de 1880, qui voulut faire du corps alors réorganisé un Conseil où toutes les compétences fussent représentées. Le rapporteur de la loi de 1880 à la Chambre des Députés, M. Chalomet, s'exprime ainsi, en effet, à propos de la représentation des Facultés :

« Le projet de loi ne propose que cinq professeurs en tout pour les Facultés de l'État et pour les Écoles supérieures de Pharmacie. La Commission a trouvé qu'un seul représentant suffisait pour les Écoles supérieures, mais que c'était trop peu pour un enseignement aussi important que celui des Facultés et pour un si grand nombre de chaires.

« Il serait à craindre, d'ailleurs », ajoute le rapporteur, « que cet unique délégué fût toujours pris parmi les professeurs de Paris. Nous avons donc admis deux conseillers pour chacune des quatre Facultés, avec l'espoir que l'un d'eux sera choisi dans les Facultés de province. »

Ainsi donc, la Commission de la Chambre des Députés estimait déjà en 1880 que, pour un si grand nombre de chaires, il n'était pas trop de deux conseillers par ordre de Facultés. Or les chaires ont presque doublé depuis vingt-cinq ans. Quant au nombre des électeurs, agrégés, chargés de cours, maîtres de conférences pourvus du grade de docteur, la comparaison du scrutin du 15 avril 1880 à celui qui se rapporte à 1904 indique un accroissement de 60 % en moyenne, et, pour une catégorie, les Sciences, une augmentation du double, comme le marque le tableau suivant :

ÉLECTEURS INSCRITS	DOIT	MÉDECINE	SCIENCES	LETTRES	TOTAUX
Scrutin :					
du 15 avril 1880 ¹	164	216	139	121	640
du 26 mai 1904 ²	220	320	265	218	1.023

Il paraît juste de modifier actuellement la représentation des Facultés au Conseil supérieur. On pourrait, par un article additionnel à la loi de 1880, porter à trois le nombre des délégués de chacune des quatre Facultés, dont deux au moins appartiendraient aux Universités de province. Un nouvel élément de progrès et de développement sortirait de cette modification pour nos Universités, dont les légitimes aspirations pourraient se formuler avec une plus grande autorité.

De nombreuses et légitimes revendications se sont déjà souvent fait jour sous forme de vœux émis par les Conseils élus de nos Facultés et de

nos Universités. Elles pourraient ainsi trouver enfin un légitime écho. La solution des questions que posent ces desiderata du personnel enseignant des Facultés intéresse au plus haut point le développement de nos Instituts provinciaux. C'est ainsi que les situations faites aux maîtres de province, l'avancement extrêmement lent des titulaires, la stagnation des professeurs adjoints et des conférenciers, non compensée par aucun des avantages que possèdent leurs collègues de Paris (enseignement semestriel, traitements plus élevés, etc.), constituent un état de choses qui n'est pas en rapport avec l'activité que déploie ce personnel d'élite et qui ne stimule le zèle et le labeur d'aucun de ces maîtres.

A ces questions d'ordre capital se joignent nombre d'autres plus secondaires et cependant importantes. Telle l'atteinte récemment portée à l'une de nos prérogatives les plus anciennes. Alors que nos collègues du Droit et de la Médecine jouissent encore pleinement de leurs vacances, nous voyons les nôtres réduites de plus du 1/6, sans aucune compensation, par les secondes sessions annuelles du baccalauréat reportées en octobre. Et cependant les vacances servent à la plupart d'entre nous, soit à achever des recherches en cours, soit à mettre au point des ouvrages que l'activité de nos occupations professionnelles ne nous permet pas toujours de mener à bonne fin au cours de notre année d'enseignement.

11

Sans vouloir comparer ici les traitements des professeurs des Universités étrangères à ceux de nos professeurs d'Universités françaises, ce qui serait d'ailleurs tout au désavantage de notre pays, nous nous contenterons de faire remarquer qu'en ce qui concerne l'avancement des professeurs titulaires, il y aurait lieu d'assurer enfin à tout professeur l'accès des première et deuxième classes auxquelles la grande majorité des titulaires ne parvient pas actuellement avant l'âge de la retraite. Les proportions fixées par le décret de 1881 pour les classes supérieures ne sont pas suffisantes. Elles n'assurent pas, ainsi que l'indiquait, il y a plus de six ans déjà, en 1899, la Commission de révision des traitements du personnel des Facultés, un avancement normal aux professeurs de Faculté.

« Les proportions de 1881 sont de 1 10^e des professeurs pour la 1^{re} classe, 1 10^e pour la 2^e classe, 5 10^e pour la 3^e classe, et 3 10^e pour la 4^e classe. On peut se convaincre, en étudiant les tableaux du personnel, qu'un professeur entré vers trente ou trente-cinq ans dans la 4^e classe n'a pas la certitude de parvenir avant l'âge de la retraite à l'une des classes supérieures. C'est ainsi que, dans la Faculté

¹ Officiel, 23 avril 1880, p. 1370.

² Officiel, 2 juin 1904, p. 3276.

des Sciences, les professeurs portés en 1899 les premiers dans le tableau de la 3^e classe avaient 55, 58, 57, 64, 52, 53, 50, 60, 48, 50, 47, 50, 47, 45 et 53 ans; les professeurs inscrits en tête de la 4^e classe, 48, 43, 51, 43, 42, 47, 44, 39, 40 et 42 ans. A moins de circonstances imprévues, il leur sera impossible de parvenir aux classes supérieures¹. »

La tâche du professeur d'Enseignement supérieur, remplie consciencieusement et accomplie avec le constant souci de se maintenir au courant des incessants progrès de la Science, est déjà assez lourde, et l'on nous accordera, avec Arago², que le professeur qui l'exécute mérite par ce fait seul un avancement régulier et assuré.

Évidemment, le savant qui joint à l'exécution de cette tâche un labeur constant de recherche scientifique fructueuse doit être au plus haut point encouragé, et c'est pourquoi on a prévu avec raison des promotions de classes faites au choix. D'autres encouragements nombreux et des plus légitimes lui sont d'ailleurs réservés : tels sont les prix fondés près des diverses Académies, sans compter les nombreuses distinctions honorifiques qu'il s'attire, tant du pouvoir public que des diverses compagnies scientifiques. Il n'empêche que, tout en réservant au choix une part importante, les droits de l'ancienneté ne nous paraissent pas devoir être prescrits. En élevant de 1/10 à 2/10 la quotité de la deuxième classe des titulaires et en maintenant les proportions actuelles du choix et de l'ancienneté, on permettrait l'accès des classes supérieures à la plupart des professeurs avant l'âge de la retraite. D'après le Rapport du budget de 1899, un crédit de 104.000 francs est nécessité par cette réforme. Ce sacrifice est-il donc au-dessus des ressources budgétaires? Nous ne le croyons pas. N'est-il pas d'ailleurs très modeste, si on le compare au dévouement et à la valeur du personnel d'élite à l'égard duquel il serait consenti?

Une question à considérer, relative aux émoluments des professeurs de Faculté de province et qui est des plus importantes quant à l'essor de nos Universités régionales, c'est la grande disproportion entre les traitements de Paris et ceux de la province. Cette disproportion est d'autant plus grande que les titulaires de 1^{re} classe sont à Paris de beaucoup les plus nombreux. Alors qu'en province le 1/10 seulement des professeurs constitue la 1^{re} classe, les professeurs parisiens de 1^{re} classe formaient déjà en 1881 plus de 80 % de l'ensemble

des professeurs des quatre Facultés de Paris³. En 1889, la proportion de la 1^{re} classe des professeurs de Paris était encore de 76 %; en 1893, de 75 %. Cette énorme disproportion est de nature à raréfier les professeurs de talent en province; ils se trouvent, en effet, attirés vers Paris non seulement par cette notable différence d'émolument, mais encore par tous les avantages qu'entraîne l'enseignement dans la capitale (cours semestriel, casuel souvent très important par suite du nombre de grandes écoles qui s'alimentent en maîtres ou répétiteurs auprès des Facultés, etc.). Si, par cas, et il y a des exemples, un savant de grand talent préfère demeurer en province par l'attachement même qu'il éprouve pour l'Université où s'est écoulée la majeure partie de sa vie scientifique et où il a éprouvé les inoubliables émotions que donne la recherche scientifique désintéressée, ce maître ne se trouve pas récompensé à l'égal de ses collègues parisiens. Presque toujours, sauf de trop rares exceptions, les portes de l'Institut lui demeurent fermées par le seul fait qu'il n'habite pas Paris, et cette considération n'est pas des moindres parmi celles qui déterminent l'exode de nos meilleurs maîtres vers Paris.

Pourquoi ne pas unifier complètement les traitements de province et ceux de Paris, en réservant, si l'on veut, une indemnité de séjour aux professeurs parisiens?

Cela permettrait de comprendre tous les professeurs, tant parisiens que provinciaux, sur un même tableau de classement, alors qu'actuellement les professeurs de Paris sont placés tout à fait à part, leurs promotions et leur classement ne faisant l'objet d'aucune publication officielle. Dans l'éventualité d'un tableau unique de classement, lorsqu'un professeur quitterait la province pour Paris, il resterait dans la classe à laquelle il appartient et ne bénéficierait que de l'indemnité de résidence.

III

Comment s'effectue actuellement le recrutement des titulaires de chaires de Facultés? Le décret du 28 décembre 1885 se borne, en ce qui concerne la nomination des titulaires, à renvoyer aux lois antérieures. Nous y lisons en effet :

Titre V. Des professeurs et de l'enseignement.

¹ Le tableau annexé au décret du 12 février 1881 relatif au traitement des professeurs de Faculté mentionne :

	DROIT	MÉDECINE	SCIENCES	LETTRES	TOTAUX
Facultés de Paris.					
1 ^{re} classe . .	17	25	15	13	70
2 ^e classe . .	4	6	4	3	17

DE BRACHAMP : Lois et Règlements sur l'Enseignement supérieur t. III, p. 559.

¹ Extrait du Rapport sur le budget général de l'exercice 1899. Ministère de l'Instruction publique. *Officiel*, Chambre des députés, annexe au procès-verbal de la séance du 12 janvier 1899, n° 606, p. 175.

² ARAGO : Œuvres, t. III, p. 624.

Art. 33 : « Les professeurs titulaires sont nommés dans les formes prescrites par les décrets du 9 mars 1852, du 22 août 1854 et par la loi du 27 février 1880. »

Voici dans quels termes ces décrets et loi régissent la matière :

Décret du 9 mars 1852. — Art. 2 : « Quand il s'agit de pourvoir à la nomination d'un professeur titulaire dans une Faculté, le Ministre propose au Président de la République un candidat choisi soit parmi les docteurs âgés de trente ans au moins, soit sur une double liste de présentation qui est nécessairement demandée à la Faculté où la vacance se produit et au Conseil académique¹. »

Décret du 22 août 1856. — Art. 6 : « Pour être nommé professeur dans une Faculté, il faut être âgé de trente ans au moins, être docteur dans l'ordre de cette Faculté et avoir fait pendant deux ans au moins, soit un cours dans un établissement de l'Etat, soit un cours particulier dûment autorisé, analogue à ceux qui sont professés dans les Facultés. »

Art. 7 : « Peuvent être également nommés professeurs dans les Facultés les membres de l'Institut qui ont fait, pendant six mois au moins, un cours dans les conditions de l'article précédent. »

Art. 8 : « Lorsqu'il y a lieu de pourvoir à une chaire vacante dans une des Facultés de l'Académie de Paris, les Facultés du même ordre dans les départements en reçoivent avis; elles peuvent recommander au Ministre la candidature d'un de leurs membres. »

Loi du 27 février 1880. — Art. 4 : « En cas de vacance d'une chaire dans une Faculté, la Section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique présente deux candidats, concurremment avec la Faculté dans laquelle la vacance existe. »

On ne peut se défendre, à la lecture de ces textes, d'un certain étonnement en constatant que la nomination des titulaires est encore en partie régie à l'heure actuelle par ces décrets de 1852 et de 1854 qui, non seulement, sont les moins libérales de nos lois universitaires, mais marquent même l'époque où le pouvoir central tint le plus étroitement en tutelle nos institutions. Il est vrai qu'un tempérament notable y a été apporté depuis. L'indépendance du titulaire paraît plus assurée et, si sa nomination reste encore entièrement à la discrétion du ministre, comme l'indique nettement le texte du résumé des lois précédentes, texte publié chaque année à la fin de l'*Annuaire de l'Instruction publique*², du moins la consultation simultanée de la Faculté où la vacance existe et de la Section permanente semble-t-elle apporter dans ces choix mêmes les plus grandes garanties de haute compétence et de parfaite impartialité. Si, en effet, légalement, le Ministre reste maître de nommer

en dehors des présentations de ces deux corps, nous savons qu'en fait, il suit d'une façon à peu près constante leurs indications ou du moins celle de la Section permanente.

Nous allons voir qu'en dépit de ces apparences cette législation laisse place à un arbitraire indéfinissable. La plupart du temps, une incompétence des plus manifestes, ou bien encore beaucoup trop souvent une partialité évidente, souvent même toutes deux à la fois, nous ne disons pas, se font jour, mais *peuvent* se produire dans le choix des candidats proposés au Ministre pour les postes de titulaires.

Suivons la procédure. Lorsqu'une chaire vient à vaquer par suite du décès ou de la retraite d'un titulaire, en général le Ministre, usant de la prérogative que lui donne l'article 37 du décret du 27 décembre 1885, nomme un chargé de cours. Ce chargé de cours se trouve être le candidat officiellement indiqué aux votes de la Faculté lorsque la déclaration de vacance de la chaire sera faite. Déjà une atteinte est portée au libre choix des Facultés, qui savent que leur vote se portera inutilement sur un autre candidat.

Critiquant les anciennes suppléances et les conditions de nomination des chargés de cours d'alors, M. Liard s'exprime ainsi dans l'exposé des motifs du projet de décret du 28 décembre 1885 :

« Le suppléant est une sorte de coadjuteur avec succession future; s'il est choisi par le pouvoir central, ce choix rend illusoire le droit de présentation de la Faculté le jour où la chaire deviendra vacante; s'il est choisi par le titulaire, il enchaîne moralement pour le même jour la liberté des autres titulaires. A quoi bon créer de ces présomptions et de ces contraintes morales? »

Ces critiques ne s'adressent-elles pas encore à la nomination actuelle des chargés de cours, malgré le renouvellement annuel? Et peut-on dire que vraiment, comme le désirait et voulait le réaliser la réforme de 1885, tous les chargés de cours et maîtres de conférences se trouvent égaux en droit devant la Faculté le jour de la déclaration de vacance de la chaire et qu'ils n'aient vraiment d'autres titres à la titularisation que leurs travaux et leurs services? En fait, le chargé de cours ne se trouve-t-il pas le candidat désigné au tituliariat?

Si, dans quelques rares circonstances, une concurrence sérieuse se manifeste lors de la déclaration de vacance de la chaire, c'est sans aucun espoir que le concurrent se met sur les rangs. Le plus souvent, le chargé de cours doit prier un de ses amis de lui rendre le service de se porter comme second concurrent, afin que la Faculté ait au moins deux noms de candidats à porter sur la liste de présentation que, bien inutilement, on lui demande.

¹ La loi du 27 février 1880 transporte ce droit de présentation à la Section permanente.

² « Les professeurs titulaires sont nommés par le Président de la République sur la proposition du ministre qui les choisit soit parmi les docteurs et les membres de l'Institut, soit sur une double liste de présentation faite par le Conseil de la Faculté où la vacance se produit et par la Section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique. — *Annuaire de l'Instruction publique* pour 1900, p. 746. »

Ainsi donc, le droit de présentation de la Faculté demeure aujourd'hui encore tout à fait illusoire. Comme nous allons le voir, cela importe peu, le choix de la Faculté étant généralement incompétent et ne pouvant pas être aisément impartial. Supposons, en effet, que le chargé de cours n'ait été préalablement désigné par le pouvoir central qu'après une entente officieuse avec la Faculté, en un mot qu'il lui agréé; supposons même le cas plus net, bien que beaucoup plus rare, d'une chaire déclarée vacante par l'effet d'un transfert par exemple, et pour laquelle la Faculté est appelée à présenter une liste de deux candidats, alors qu'elle ne se trouve en présence d'aucune nomination préalable de chargé de cours. Dans ce cas, la plupart du temps, la Faculté est, disons-nous, incompétente pour opérer le choix.

Dans dix de nos Facultés des sciences sur quatorze, les chaires magistrales sont uniques par spécialité. Dans plus de la moitié des cas, le seul professeur vraiment compétent pour juger des titres scientifiques et des travaux des candidats en présence fait défaut, puisqu'il s'agit justement de pourvoir à son remplacement. Le seul juge compétent capable d'éclairer le vote de ses collègues n'existe donc même pas le plus souvent. Mais, quand bien même la Faculté possède deux chaires relatives à la même spécialité, ou lorsque l'une des chaires de spécialités très voisines vient à vaquer, comme cela se présente par exemple en Mathématiques, s'il existe enfin dans la Faculté à compléter un juge compétent, non seulement les intérêts des candidats en présence ne sont pas suffisamment sauvegardés par le jugement d'un seul maître compétent, mais l'impartialité même de ce jugement n'est pas complète, le juge ne pouvant suffisamment se soustraire à l'influence des relations locales. Il est, en effet, souvent malaisé à un titulaire qui est depuis plusieurs années en excellentes relations avec le conférencier attaché à une chaire voisine, qui, à l'exemple de ses autres collègues, l'estime sans doute comme un collaborateur des plus sympathiques, qui craint d'ailleurs de l'éloigner pour toujours du titulariat dont les vacances se font assez rares, il est malaisé, dis-je, au seul juge compétent que compte la Faculté de ne pas céder aux influences locales. C'est d'ailleurs pour parer aux inconvénients de ces influences que la loi de 1880 transporte du Conseil académique à la Section permanente le droit de présentation concurrentement avec la Faculté où la vacance existe.

Dans l'exposé des motifs du projet de la loi, Jules Ferry s'exprime ainsi à ce sujet :

« Les Conseils académiques, investis aujourd'hui de ce droit de désignation, sont trop fréquemment influencés par le vote des Facultés; et, s'il convient

d'admettre que cette influence puisse être contrebalancée dans quelques villes, elle se manifeste sans entrave dans les centres moins importants. Le Conseil s'associe d'autant plus volontiers au premier jugement rendu qu'il a pour rapporteur généralement un doyen, qui lui-même se borne à répéter les appréciations de ses collègues. En fait, par suite du voisinage des personnes et de la communauté des relations, les deux élections n'en font le plus souvent qu'une seule, sans qu'il s'établisse d'un corps à l'autre ces débats contradictoires d'où peuvent sortir l'émulation et la lumière. Nous éviterons, croyons-nous, ces graves inconvénients en confiant à la Section permanente la seconde désignation. Placée à la source de toutes les informations, elle serait à même de vérifier tous les titres, d'en apprécier rigoureusement la valeur sans être dominée par aucune autre considération que l'intérêt scientifique. »

D'ailleurs, lorsque les présentations de la Faculté et celles de la Section permanente ne concordent pas, le Ministre se conforme au choix de cette dernière. Il semble donc bien que, par le jeu même de cette double présentation, les droits des candidats en présence soient sauvegardés et qu'ainsi la précarité du premier jugement soit atténuée. Il n'en est rien. Comme nous allons le voir, si les influences locales n'existent plus alors, la compétence de la Section permanente pour la désignation qu'on lui demande n'est rien moins qu'assurée. Si l'on examine la composition de cette assemblée et les changements qu'elle a subis depuis 1880, on constate qu'en dehors de la compétence générale des hautes personnalités qui y siègent, ceux qui la composent représentaient et représentent les spécialités suivantes (tableau I).

Si l'on recherche quelles spécialités particulières représentait chaque conseiller, on constate qu'en Sciences, par exemple, un chimiste siègea à la Section permanente de 1880 à 1897. C'est alors un mathématicien qui le remplace en 1897, et les Mathématiques se trouvent représentées encore en 1905. De 1899 à 1905, le second professeur de sciences, bien que physicien, ne peut être considéré comme compétent quant à la désignation des candidats aux chaires de Physique à pourvoir dans les Facultés; c'est, en effet, le délégué des agrégés de physique des lycées qui siège à la Section permanente. Enfin, depuis 1905, la Physique est, pour la première fois depuis l'origine de la Section permanente, représentée par un professeur d'Enseignement supérieur. Et si les Sciences naturelles ou tout au moins la Botanique, comptent également un conseiller spécialement compétent, et cela pour la première fois depuis vingt-quatre ans, la Chimie demeure sans représentant spécialement compétent

depuis 1897, c'est-à-dire depuis huit ans. Les Mathématiques, d'ailleurs, restèrent sans représentant à la Section permanente jusqu'en 1897, pendant dix-sept ans. Mais il n'est pas jusqu'aux Lettres, qui paraissent cependant avoir eu constamment de nombreux représentants à la Section permanente, pour certaines spécialités desquelles des juges spécialement compétents manquèrent au sein de l'assemblée chargée de présenter au Ministre les candidats aux chaires vacantes. C'est ainsi qu'en étudiant complètement le tableau ci-dessus, on constate que l'Histoire fut sans spécialiste de 1887 à 1889 et de 1893 à 1901. Et encore de 1889 à 1893 fut-elle représentée à la Section permanente par le délégué des agrégés d'histoire des lycées.

Ainsi, en particulier, depuis 1897, pour toutes les chaires de Chimie devenues vacantes dans les

époque on s'était parfaitement rendu compte de ce que la Section permanente ne pouvait être compétente quant à la présentation des candidats aux chaires de Faculté vacantes. Le rapporteur de la loi près la Chambre des Députés dit à ce propos :

« Le projet de loi donne à la Section permanente, en cas de vacance d'une chaire dans une Faculté, le droit de présenter deux candidats concurremment avec la Faculté intéressée. C'est un droit qui est exercé actuellement par les Conseils Académiques. Il est permis de dire qu'ils sont incompetents; mais la Section permanente ou le Conseil Supérieur ne le sont-ils pas aussi ? »

« L'honorable M. Paul Bert, président de la Commission, a proposé un système de présentation qui nous a paru très ingénieux. Les Facultés conserveraient le droit qu'elles possèdent de présenter deux candidats; mais, en même temps, on appelle-

TABLEAU I. — *Composition de la Section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique.*

	1880	1882	1884 ¹	1893	1897	1899	1901	1905
Administrations : Inspecteurs ou directeurs ¹	1	1	1	1	2	1	1	1
Professeurs ou anciens professeurs de Facultés de Droit	2	2	1	2	2	2	2	1
Professeurs ou anciens professeurs de Facultés de Médecine	3	2	2	2	2	2	2	2
Professeurs ou anciens professeurs de Sciences (Facultés, Collège de France, etc.)	1	1	1	1	1	2	2	3
Professeurs ou anciens professeurs de Lettres (Facultés, Collège de France, etc.)	8	9	9	9	8	8	8	8

Facultés où n'existe qu'une seule chaire de Chimie et elles sont nombreuses : 8 sur 14), la liste des candidats présentés au Ministre par la Faculté et la liste que présente la Section permanente furent le résultat de votes provenant d'assemblées où ne siégea aucun spécialiste. Quelles garanties de haute compétence, quelle appréciation rigoureuse de la valeur des titres des candidats en présence peut-on attendre de présentations ainsi faites? Et cet exemple relatif à la Chimie est loin d'être unique, comme le prouve le relevé ci-dessus. Cette même critique peut s'appliquer aux présentations faites en Mathématiques jusqu'en 1897 et à celles relatives aux chaires de Physique et d'Histoire naturelle jusqu'en 1904. Ne s'applique-t-elle pas, d'ailleurs, encore aux vacances des chaires de Zoologie et de Géologie?

La lecture des documents qui accompagnent la discussion de la loi de 1880 montre qu'à cette

rait les professeurs de toutes les Facultés qui occupent une chaire ayant quelque analogie avec la chaire vacante à en désigner deux également. Le rôle du Conseil consisterait à dresser chaque année le tableau des professeurs que le titre de leur chaire investirait du droit de donner leur avis dans chaque ordre d'enseignement. Ce corps de professeurs offrirait toutes les garanties désirables : compétence, autorité, nombre et, en outre, dispersion suffisante de ceux qui le composeraient pour qu'ils ne pussent être soupçonnés d'obéir à un mot d'ordre. Ce système de présentation a été adopté et forme un des paragraphes de l'article 6. »

Et, en effet, le projet de loi adopté par la Chambre des Députés et soumis aux délibérations du Sénat porte à l'article 6 :

« Le Conseil dresse tous les ans le tableau des professeurs qui, par la nature de leur enseignement, sont investis, en cas de vacance d'une chaire dans une Faculté, du droit de présenter deux candidats, concurremment avec la Faculté intéressée. »

La Commission du Sénat revint au texte primitif du Gouvernement, qui est celui de la loi actuelle,

¹ Nous n'avons rangé sous ce vocable que ceux des conseillers qui n'ont jamais appartenu au personnel enseignant.

² De 1891 à 1893, la Section permanente n'a compté que quatre conseillers : *Annuaire de l'Instruction publique*, 1891, 1892.

prétextant que le tableau qu'on demandait au Conseil supérieur de dresser chaque année constituait un travail d'investigations minutieuses imposé au Conseil supérieur, travail qui, vu les rares réunions du Conseil, parut inacceptable.

Il est, croyons-nous, très regrettable que le texte voté par la Chambre n'ait pas été définitivement admis. Il eût fourni des garanties de compétence tout autres que les garanties actuelles. Est-il, d'ailleurs, nécessaire de dresser, chaque année, la liste des professeurs qui, d'après le projet de Paul Bert, auraient été investis du droit de présentation en cas de vacance d'une chaire. Puisque c'est au titre d'occupant d'une chaire déterminée qu'ils seraient consultés, ne suffirait-il pas de dresser, une fois pour toutes, la liste des chaires de Facultés dont les titulaires seraient consultés? Il y aurait seulement lieu de déterminer, lors d'une création nouvelle de chaire, celle des catégories dans laquelle on la devrait comprendre; le Conseil supérieur fixerait ce point sans beaucoup de peine.

En résumé, il semble que les réformes qu'il y aurait à faire, concernant le recrutement des titulaires des Facultés, seraient les suivantes :

1^{re} Abrogation de l'article 37 du décret du 28 décembre 1885, qui serait ainsi conçu : « Lorsqu'une chaire devient sans titulaire par suite de décès, démission, admission à la retraite ou révocation, elle est aussitôt déclarée vacante. » Les chargés de cours ne trouveraient leurs raisons d'être que dans le seul cas où un titulaire est mis en congé; dans ce cas même, un maître de conférence pourrait, sans nul doute, remplacer temporairement le titulaire sans qu'il y ait lieu de le nommer chargé de cours ;

2^e Abrogation du droit de présentation des Facultés qui, nous l'avons vu, n'eut la plupart du temps ni compétence, ni liberté pour dresser leur liste de présentation ;

3^e Classement des chaires de Facultés par catégorie de spécialités, le collège formé par la réunion des titulaires d'une catégorie constituant l'assemblée compétente pour dresser une liste de présentation lorsqu'il se produit une vacance d'une chaire de cette catégorie ;

4^e Si l'on croit qu'une double présentation est utile, il y aurait alors lieu de créer, pour ce cas spécial des chaires à pourvoir, une sorte de Comité consultatif très notablement élargi, où chaque spécialité serait représentée par au moins six maîtres auxquels leurs travaux dans la spécialité en question aient acquis une notoriété indiscutable et qui seraient, d'ailleurs, choisis par moitié, tant à Paris qu'en province, parmi les titulaires de chaires.

IV

Parmi les dispositions heureuses que le décret de 1885 innova, il y a lieu de signaler la création de l'adjuvat. L'article 40 de ce décret est ainsi conçu :

« Le titre de professeur adjoint peut être donné, par décret, sur la proposition du Conseil de la Faculté et après avis de la Section permanente du Conseil supérieur de l'Instruction publique, aux chargés de cours et aux maîtres de conférences pourvus du grade de docteur, qui se sont distingués par leurs services.

« Les professeurs adjoints sont assimilés — sauf pour les traitements et la présentation aux chaires vacantes — aux professeurs titulaires. Leur nombre ne peut excéder dans chaque Faculté le sixième des chaires magistrales. »

La circulaire du 31 décembre 1885, qui accompagne le décret ci-dessus, spécifie les avantages de l'adjuvat :

« Leur situation, au point de vue de l'enseignement, ne sera pas modifiée : seulement, leur nomination de professeur adjoint les mettra, sauf les exceptions prévues, sur le pied des titulaires. Comme les titulaires, ils seront membres du Conseil; ils seront éligibles au Conseil général des Facultés; ils ne pourront encourir de peines disciplinaires que dans les formes prévues par les lois et règlements pour les titulaires; ils prendront rang dans le Conseil à dater du jour de leur nomination; les années de service leur seront comptées entières pour l'ancienneté à dater du même jour.

« Les Conseils de Faculté remarqueront que c'est sur leur proposition que les titres de professeurs adjoints seront conférés après avis de la Section permanente. »

Enfin, par un décret du 31 juillet 1894, le nombre des professeurs adjoints dans les Facultés des Sciences et des Lettres fut rendu égal au tiers du nombre des chaires magistrales. Cette disposition permet d'appeler à l'adjuvat un plus grand nombre de maîtres de conférences. Le rapporteur de ce dernier décret près du Conseil supérieur fait remarquer qu'en portant au tiers du nombre des chaires magistrales celui des professeurs adjoints d'une Faculté, on a voulu fixer ainsi une *limite supérieure* du nombre des professeurs adjoints. « Il est bien entendu », ajoute-t-il, « que ceux-ci ne pourront être nommés que sur la demande de la Faculté et après avis de la Section permanente. L'ancienneté des services ne sera pas un titre suffisant; on tiendra compte surtout de la qualité des services rendus et de la valeur des travaux scientifiques¹. »

¹ Lois et Règlements sur l'Enseignement supérieur, t. V, publié par M. Genères, p. 405.

Ainsi compris, l'adjuvat se présente comme un moyen de stimuler l'émulation des maîtres de conférences au plus grand profit de l'enseignement.

Il est regrettable, toutefois, que le Pouvoir central, qui s'associe par la voix de la Section permanente à la nomination du professeur adjoint, paraisse ensuite l'ignorer et le confonde absolument avec le maître de conférences. C'est ainsi qu'en tant que maître de conférences il est soumis à la renomination annuelle. Quel inconvénient y aurait-il à appliquer à tout professeur adjoint le bénéfice du décret du 10 juin 1897 ainsi conçu :

« Les maîtres de conférences pourvus du grade de docteur peuvent être nommés sans limite de temps¹. »

l'adjuvat à sa place. On pourrait éviter aisément cette situation vraiment anormale et quelque peu injuste : Tout d'abord, le professeur adjoint, étant par le fait même nommé conférencier sans limite de temps, ne pourrait être déplacé que sur sa demande. Puisqu'il est assimilé au titulaire, pourquoi ne pas mettre comme condition à un changement de Faculté désiré par lui la possibilité d'une permutation avec un collègue également professeur adjoint, cette permutation étant d'ailleurs soumise à l'agrément des deux Facultés intéressées, tout comme pour un titulaire. Il n'y aurait pas lieu, remarquons-le, de considérer le cas où un professeur adjoint serait appelé à être chargé de cours d'une chaire non encore déclarée vacante, puisque

TABLEAU II. — *État de l'adjuvat dans les Facultés des Sciences et des Lettres.*

	FACULTÉS DES SCIENCES			FACULTÉS DES LETTRES		
	Nombre de chaires	Nombre de professeurs adjoints	Conférenciers non professeurs adjoints	Nombre de chaires	Nombre de professeurs adjoints	Conférenciers non professeurs adjoints
Paris	29	9	20	37	11	25
Aix-Marseille	13	2	3	8	1	5
Besançon	9	1	0	7	0	5
Bordeaux	12	2	4	17	4	6
Caen	7	2	3	9	1	1
Clermont	7	2	1	6	1	2
Dijon	8	1	4	8	1	0
Grenoble	8	0	4	7	0	4
Lille	9	3	6	10	3	4
Lyon	11	2	7	19	1	0
Montpellier	8	2	5	9	2	5
Nancy	13	1	8	11	0	5
Poitiers	7	2	0	8	0	2
Rennes	8	1	4	8	2	5
Toulouse	14	3	3	15	1	1

Il semble contradictoire que le professeur adjoint, qui a la préséance même sur ceux des titulaires nommés ou venus à la Faculté postérieurement à son accession à l'adjuvat, puisse être déplacé aussi aisément qu'un maître de conférences et qu'il se trouve ainsi privé de la plupart des avantages que lui confère la marque de satisfaction qu'on lui a précédemment donnée. Car, chose curieuse et assez bizarre, l'éloignement d'un professeur adjoint de la Faculté à laquelle il est attaché ne lui conserve uniquement que l'avantage relatif à l'ancienneté. Dans la nouvelle Faculté où il peut être appelé, il ne fait plus partie du Conseil et l'on semble ignorer les services rendus qui l'ont fait précédemment distinguer. Cette sorte de déchéance est, d'ailleurs, sans profit pour personne, car, demeurant toujours professeur adjoint à la Faculté qu'il abandonne, il empêche un conférencier méritant de cette Faculté d'être appelé à

nous supposons que le décès ou la mise à la retraite d'un titulaire entraîne la déclaration de vacance de la chaire. Le professeur adjoint se trouverait attaché à l'adjuvat qui lui a été conféré comme le titulaire l'est à sa chaire, ainsi que le spécifie d'ailleurs le décret créant l'adjuvat qui précise les deux seuls points sur lesquels le titulaire et l'adjoint cessent d'être assimilés : traitement et vacance de chaire.

Peut-être y aurait-il également lieu de faire bénéficier le conférencier qui est jugé digne de l'adjuvat d'une promotion coïncidant avec sa nomination de professeur adjoint. Il semble contradictoire que, la même année, un conférencier dont on a reconnu les services par l'adjuvat ne soit l'objet d'aucune promotion, alors que ceux de ses collègues conférenciers auxquels il a été préféré peuvent recevoir une promotion. Il est vrai que, d'autre part, les avantages d'ordre honorifique que confère l'adjuvat peuvent être considérés comme de beaucoup plus importants qu'une simple pro-

¹ Lois et Règlements.... p. 666.

motion. Il est à bien remarquer, d'ailleurs, que l'adjuvat ne doit pas être et n'est pas réservé aux plus anciens conférenciers de la Faculté. Ainsi que le rappelle le rapporteur du Conseil supérieur en 1894, « l'ancienneté des services ne sera pas un titre suffisant pour être nommé professeur adjoint¹ ; on tiendra compte surtout de la qualité des services rendus et de la valeur des travaux scientifiques² ».

On a prétendu, peut-être à tort, que la nomination à l'adjuvat était affaire de chance n'ayant rien à voir avec le mérite personnel, le conférencier l'obtenant plus ou moins rapidement suivant la Faculté à laquelle il appartient. Cette critique serait de quelque portée si toutes les situations possibles de professeurs adjoints étaient occupées.

Le tableau II, qui marque l'état des Facultés des Sciences et des Lettres à ce point de vue en 1905, montre qu'il est loin d'en être ainsi, surtout dans les Facultés des Lettres.

Dans une seule Faculté des Lettres, Lille, les conférenciers ne peuvent accéder à l'adjuvat, le nombre des professeurs adjoints possibles étant atteint. Six Facultés des Sciences sont dans la même situation : Caen, Clermont, Lille, Montpellier, Nancy et Paris.

Bien qu'un grand nombre de situations de professeurs adjoints soient encore disponibles dans la plupart des Facultés, le fait que, dans quelques-unes, l'accèsion à l'adjuvat est impossible mérite qu'on cherche à y obvier. Si, comme on l'a proposé et comme cela paraît assez juste, on limite le nombre d'années pendant lesquelles les services des maîtres de conférences sont comptés pour l'ancienneté comme moitié, n'y aurait-il pas lieu alors de donner à l'adjuvat des avantages de traitement ? Sans cela, il n'y aurait plus, en effet, entre le maître de conférences et le professeur adjoint, que des différences portant sur des questions d'ordre honorifique, comme l'éligibilité aux Conseils élus. N'y aurait-il pas lieu de craindre que l'émulation déterminée actuellement par l'adjuvat, et qui fut une des raisons de son institution, n'en soit de beaucoup diminuée, le seul avantage matériel de l'adjuvat, dont le professeur adjoint ne bénéficie d'ailleurs que s'il devient titulaire, venant à disparaître ?

V

La situation des maîtres de conférences est peut-être, de toutes celles des membres du personnel enseignant des Facultés, la plus digne d'attention, comme c'est en réalité parmi eux que se recrutent

les titulaires, ils constituent un personnel d'élite. Dans les Facultés des Sciences, notamment, tous sont docteurs et plusieurs sont, à part leurs thèses, auteurs d'importants travaux ; ils constituent, d'ailleurs, l'une des fractions les plus actives de notre personnel enseignant. Et, cependant, bien qu'on exige, avec raison, pour leur donner accès dans l'Enseignement supérieur, des titres et des garanties de savoir de tout premier ordre, bien qu'étant donnée la rareté des vacances de chaires ils soient obligés d'attendre de longues années une titularisation et qu'ils ne puissent tous devenir titulaires, leur situation est des plus instables et des moins réglementées. Aucune mesure ne leur assure, pendant le temps qu'ils demeurent conférenciers, un avancement régulier. Aucune règle n'est même observée quant à la quotité du traitement qu'on leur accorde. C'est ainsi qu'on pourrait citer de très nombreux exemples de conférenciers dont les traitements de début furent notablement inférieurs aux traitements de début des professeurs et même des chargés de cours de lycées. La Commission de revision des traitements du personnel des Facultés le constatait en 1899 :

« Pris parmi l'élite des professeurs de lycée, souvent auteurs d'importants travaux, ils sont loin d'avoir une situation égale à celle de leurs collègues des lycées³. »

Depuis 1899, les conférenciers attendent et réclament un tableau d'avancement dont la publication est constamment remise. L'absence de ce tableau laisse place, quant à l'avancement, au plus complet des arbitraires. Tel conférencier, bien qu'ayant débuté en même temps que tel autre, bien qu'ayant été reçu docteur à la même date, se trouve à un traitement notablement inférieur sans qu'il y ait pour cela de raisons plausibles⁴.

Cette incertitude et ce manque absolu de règlement sont des plus nuisibles en ce qu'ils sont de nature à fatiguer les bonnes volontés, à tromper les légitimes espérances et à fatiguer en l'énervant le zèle d'un personnel qui ne ménage ni son labeur ni son dévouement.

La publication du tableau d'avancement que réclament les maîtres de conférences depuis plus

¹ Extrait du Rapport sur le budget général de l'exercice 1899. *Officiel*, annexe au procès-verbal de la séance du 12 janvier 1899, n° 606, p. 177.

² « Il ne pouvait évidemment être question ici de ceux des nous, nous pourrions donner des exemples de conférenciers qui, appelés à la même date dans le personnel enseignant, ayant même ancienneté de service et de doctorat, débutent cependant à des traitements notablement différents, de près du tiers de l'un d'eux. Un autre exemple serait celui d'un conférencier nommé à un poste de maître adjoint, puis, postérieurement à deux ou trois ans de service, à un poste de professeur adjoint, et qui, bien qu'ayant moins d'ancienneté de service et de doctorat, reçoit cependant comme maître adjoint un traitement supérieur aux précédents. »

³ Rapport annexe au décret du 31 juillet 1894 (GEXERES. Lois et Règlements sur l'Enseignement supérieur, t. V, p. 167).

de six ans devrait, nous semble-t-il, être la préoccupation première des Pouvoirs publics relativement à l'Enseignement supérieur. Cette publication devrait être accompagnée d'un décret réglementant le jeu des promotions et les conditions d'avancement. Ne serait-ce pas le moment de mettre en pratique le principe de l'unification des traitements de Paris et de province? Au lieu de différencier encore par les traitements les maîtres de conférences parisiens et provinciaux, pourquoi ne pas établir une même échelle de traitements et de classes. On pourrait, d'ailleurs, réserver aux conférenciers de Paris une indemnité de séjour, mais ils se trouveraient réunis sur un même tableau d'avancement avec leurs collègues de province. Il y a peut-être lieu de faire remarquer, à ce point de vue, que, si le séjour à Paris entraîne quelques frais supplémentaires, la réunion de presque toutes les grandes Écoles dans la capitale constitue une importante source de casuel pour les conférenciers parisiens, qui sont souvent chargés d'une conférence ou d'un cours dans l'une d'entre elles.

VI

Le recrutement des Facultés en étudiants devient à l'heure actuelle une question vitale pour les Universités de province. La nouvelle loi militaire va priver nos Universités d'un certain contingent d'élèves, que les dispenses attachées au grade de licencié engageaient à suivre nos cours. Devons-nous en être très préoccupés? Ce serait bien à tort, car la clientèle d'élèves qui n'étaient attirés vers la haute science que par le désir d'éviter un trop long séjour à la caserne ne constituait évidemment pas la catégorie la plus intéressante de nos étudiants; elle ne comprenait certainement pas nos meilleurs élèves. Il y aurait plutôt lieu de se féliciter de voir ainsi nos amphithéâtres débarrassés d'un contingent dont les préoccupations immédiates n'étaient précisément pas celles d'acquiescer une culture scientifique désintéressée ou de suivre une vocation pour le professorat ou la recherche.

La nouvelle réorganisation de l'École Normale Supérieure nous touche plus immédiatement. Si intéressante qu'elle soit à bien des points de vue, elle ne risque pas moins de drainer *tous* les meilleurs étudiants à Paris. La liste des boursiers de licence reçus chaque année, décapitée au seul profit de l'École Normale et de la Sorbonne, ne laisse aux Facultés de province que les moins bons sujets, dont beaucoup d'ailleurs n'abandonneront pas Paris et préféreront tenter un second concours. Bientôt sans élèves, les Facultés de province verront leurs enseignements magistraux périr de plus en plus par suite de l'absence d'auditeurs. Si,

aujourd'hui encore, à la faveur de la pénurie temporaire de nos collègues en licenciés ès sciences physiques, les certificats d'études supérieures de Physique et de Chimie ont encore quelque clientèle, déjà le vide se produit autour de nos chaires magistrales de Mathématiques et de Sciences naturelles.

Il est vrai que, d'après les nouveaux programmes du concours commun à l'École Normale supérieure et aux bourses de licence, les Facultés des Sciences trouveraient dans la préparation au certificat P. C. N. les cadres d'un enseignement qu'il suffirait d'élever et de fortifier pour en faire une préparation audit concours. Déjà se trouve institué près la Faculté des Sciences de Paris un certificat supérieur P. C. N., dénommé certificat d'études supérieures de Sciences portant sur la Physique, la Chimie et l'Histoire naturelle. La Faculté de Paris peut sans crainte entrer dans cette voie et donner asile, à côté de ses enseignements magistraux, à la préparation à l'École Normale. En est-il de même pour les Facultés de province? N'y a-t-il pas lieu de craindre que, peu à peu, les seuls étudiants de nos Facultés soient ceux des enseignements secondaires : P. C. N., enseignements techniques, etc., et que bientôt les chaires magistrales, dont l'existence constitue à proprement parler la Faculté et sa raison d'être, voient leurs amphithéâtres tout à fait déserts? L'enseignement des Facultés de province se trouverait par le fait décapité, et il y a lieu de craindre que, dans un avenir plus ou moins rapproché, les Facultés ne soient plus à proprement parler que l'ensemble des classes de Mathématiques spéciales et de Rhétorique supérieure de nos lycées actuels.

Pourquoi ne ferait-on pas de l'École Normale Supérieure le véritable séminaire pédagogique où se recruteraient normalement et même uniquement nos professeurs d'enseignement secondaire? Il suffirait de n'admettre au concours de l'École Normale et des bourses d'agrégation (desquelles pourraient n'exister qu'auprès de la Faculté de Paris que des candidats licenciés. Les études de licence et la préparation des certificats d'études supérieures dans nos Facultés s'en trouveraient fortifiées. Les candidats qui, licenciés, n'auraient pu subir avec succès le concours d'entrée à l'École Normale seraient tout désignés pour les postes de professeurs adjoints des lycées ou de professeurs de collèges. S'il était nécessaire de faire un choix parmi eux, les diplômes d'études supérieures récemment institués permettraient cette sélection. Ceux d'entre eux que leurs goûts porteraient plus spécialement vers la recherche scientifique pourraient, d'ailleurs, soit à la faveur des postes auxiliaires de nos Facultés, soit encore au moyen de bourses d'études réservées aux plus méritants, continuer et achever

leur éducation scientifique sous la direction des maîtres de nos Facultés. Nul doute que, ainsi que cela s'est produit jusqu'à ce jour, un certain nombre de thèses importantes continueraient à être élaborées dans nos laboratoires de province. Comme nous l'écrivions au début de cette étude, l'originalité dans la recherche scientifique ne pourrait ainsi qu'être augmentée, et l'on assurerait, par nos Universités florissantes, le maintien de plusieurs Écoles scientifiques, condition si propice aux découvertes et si nécessaire au progrès de la Science.

Par l'effet des incessants progrès de l'Industrie et par suite de la pénétration de plus en plus intime des données scientifiques dans le domaine industriel, un grand nombre de carrières s'ouvrent actuellement aux jeunes gens, carrières qui nécessitent, pour celui qui les veut entreprendre et y réussir, une culture générale préalable dont les éléments se trouvent dans les programmes des certificats d'études supérieures préparés dans nos Facultés. Déjà un certain nombre de grandes Écoles techniques recommandent à leurs auditeurs, s'ils veulent pouvoir profiter de leurs enseignements spéciaux, la préparation préalable de certains de ces certificats d'études supérieures : telle, par exemple, l'École supérieure d'Électricité de Paris. D'ailleurs, le succès de cette École comme celui des divers Instituts électro-techniques n'est-il pas dû à ce que l'époque n'est plus où l'on puisse utilement réunir l'étude de toutes les techniques ou même une préparation qui leur soit commune dans un seul établissement ?

Malgré ses nombreux enseignements, l'École Polytechnique, par l'effet même de l'énorme développement des connaissances, ne parvient plus à donner à ses élèves, en même temps qu'une culture générale, une préparation qui puisse suffire aux techniques, aujourd'hui par trop diverses, vers lesquelles elle les aiguille. Comment,

d'ailleurs, admettre qu'en deux ans un élève qui sort de Mathématiques spéciales, fût-il d'élite, parvienne à s'assimiler les enseignements d'Analyse, de Mécanique, de Géométrie, de Stéréotomie, d'Astronomie, de Physique, de Chimie, d'Architecture, d'Histoire, de Littérature et de Dessin que les treize professeurs de l'École lui donnent, sans compter ceux d'Allemand, de Dessin des machines et de Dessin d'imitation que huit conférenciers y ajoutent ? Forcément, sur bien des points, ses connaissances ne peuvent qu'être superficielles. Aussi arrive-t-il le plus souvent que nos ingénieurs d'État acquièrent, dans les premières années de leur carrière, et au plus grand détriment des intérêts qui leur sont confiés, les connaissances techniques et spéciales que leur trop court séjour aux Écoles d'application n'a pu leur fournir et qu'ils devraient cependant pouvoir utiliser au début même de leur carrière.

On ne voit plus très bien l'utilité, à l'époque actuelle, d'astreindre à deux années d'études supérieures identiques le futur ingénieur des mines et le futur ingénieur des postes et télégraphes, le futur officier d'artillerie ou de génie et le futur ingénieur des tabacs. L'École Polytechnique ne devrait-elle pas céder la place à un certain nombre d'Écoles techniques spéciales, dont les portes s'ouvriraient au concours à des candidats qui devraient préalablement justifier de la possession de certains certificats d'études supérieures, certificats dont le choix différerait avec la carrière à laquelle ces candidats se destinent ? Cela n'exclurait pas pour ces candidats la possession d'une certaine culture générale, dont ces certificats seraient d'ailleurs le garant, mais cette culture doit être évidemment limitée, sous peine d'être par trop superficielle.

A. Turpain.

Professeur adjoint,
Membre du Conseil de l'Université de Poitiers

LES GAMMES MUSICALES AU POINT DE VUE DES PHYSICIENS¹

On a coutume de dire que les savants, mathématiciens, physiciens, physiologistes, sont des amateurs passionnés de musique. Je crains que ce ne soit une généralisation imprudente du fait que quelques mathématiciens notoires sont des hôtes assidus et notés des concerts classiques. On devrait

bien plutôt s'étonner du très petit nombre de savants qui possèdent quelques vagues notions de musique. Les physiciens eux-mêmes, qui, par métier, savent l'Acoustique, sont le plus souvent d'une rare ignorance des parties les plus élémentaires de la théorie des gammes, des tons et des modes. Peut-être est-ce la faute de l'enseignement qu'ils ont reçu. Je voudrais montrer que ces questions sont fort claires, à la condition de ne pas les troubler par des considérations dénuées de tout intérêt pratique.

¹ Wantant écrire un travail d'ensemble relativement court et lisible par d'autres que les physiciens, je n'ai pu faire qu'une étude assez superficielle. Le lecteur désireux de renseignements plus approfondis les trouvera dans un volume de la collection *Scientia*, qui paraîtra incessamment chez Gauthier-Villars : *Bases physiques de la Musique*.

I

Les sons se classent par leur *hauteur*, c'est-à-dire par le nombre des oscillations que font par seconde les corps sonores qui les produisent. Nous revenons sur cette définition, très incomplète dans le cas général où le son n'est pas simple.

L'ensemble de deux sons de hauteur N_1 et N_2 constitue un *accord*; des expériences, que chacun est à même de répéter, à peu de frais, prouvent que le caractère physiologique de l'accord, le lien de parenté subjectif entre les sons formant l'accord, ne dépend que du rapport $N_1 : N_2$, du nombre des oscillations qui caractérisent les deux sons : l'accord reste le même, le lien de parenté semble identique, tant que ce rapport est invariable, quelle que soit la hauteur de l'un des sons.

Voici l'une des expériences les plus simples à l'appui de cette proposition; elle nous fournit l'occasion de rappeler ce qu'est un *sonomètre* et comment on l'utilise.

D'après le résultat d'expériences objectives, où l'on mesure le nombre des oscillations d'une corde vibrante, sans s'occuper de l'impression physiologique du son qu'elle donne, on représente la hauteur par la formule :

$$N = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{P}{p}}$$

où P est la tension de la corde (en kilogrammes), p le poids (en kilogrammes par mètre) de la corde tendue, l sa longueur (en mètres), g l'accélération de la pesanteur ($9^m,81$). Cette formule conduit à des hauteurs exactes, pourvu que la corde soit assez longue par rapport à son diamètre, et la tension suffisante par rapport à sa raideur, c'est-à-dire à la difficulté qu'on éprouve à la fléchir.

On tire de cette formule des lois bien connues et d'une application journalière : 1° la hauteur N est, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de la longueur; 2° elle est proportionnelle à la racine carrée du poids tenseur, pourvu que le changement de ce poids ne modifie pas sensiblement le poids par mètre de la corde tendue. Ainsi, quand la tension devient quatre fois plus grande, la hauteur du son rendu par un fil d'acier double très exactement, parce que son allongement est insignifiant; la hauteur du son rendu par une corde de boyau fait plus que doubler, parce que la corde s'allonge relativement beaucoup; le poids p par mètre de corde tendue diminue.

Pour utiliser ces lois, on emploie le *sonomètre*; c'est une caisse de sapin sec, longue et étroite, sur la surface horizontale de laquelle sont disposées parallèlement entre elles deux ou plusieurs cordes; elle sert de boîte de résonance, elle renforce le son

en transmettant à l'air les vibrations des cordes; naturellement, elle en diminue la durée.

Chaque corde est attachée par l'une de ses extrémités à un crochet fixé sur la caisse sonore; elle passe sur deux *sillots* collés contre la caisse et qui limitent la partie vibrante (généralement un mètre); enfin, ou bien elle s'enroule sur une *cheville* ordinaire de piano qu'on manœuvre avec une clef et qui permet de la tendre plus ou moins; ou bien elle passe sur une poulie, devient verticale et supporte des poids P qui mesurent sa tension. Un *chevalet* guidé par une glissière, et dont la position est donnée par une règle divisée en millimètres, peut être placé entre les sillots terminaux; on limite ainsi à la longueur que l'on veut, différente du mètre, la partie vibrante de l'une ou l'autre corde.

Revenons à la démonstration de la proposition fondamentale : *Le lien de parenté subjective de deux sons ne dépend pas de leur valeur absolue; il ne dépend que du rapport de leurs nombres de vibrations en un même temps.*

Disposons sur le *sonomètre* deux cordes, identiques ou non, mais aussi homogènes que possible, et donnons-leur des tensions quelconques; elles fournissent deux sons de hauteurs N_1 et N_2 . Faisons résonner plusieurs fois les cordes l'une après l'autre, de manière à nous pénétrer de la *mélodie* formée par la succession des deux sons; faisons-les résonner simultanément, afin de nous pénétrer de l'*harmonie* formée par leur accord. Introduisons alors le *chevalet* et plaçons-le n'importe où; les longueurs vibrantes des deux cordes ne sont plus d'un mètre; elles sont maintenant de m centimètres. D'après la formule appelée ci-dessus et démontrée par les physiciens *indépendamment de tout effet physiologique*, les hauteurs sont devenues $\frac{100 N_1}{m}$, $\frac{100 N_2}{m}$; leur rapport est demeuré invariable.

Or, quelle que soit la position du *chevalet*, quelle que soit par conséquent la valeur du nombre m , l'expérience prouve que la *mélodie* formée par la succession des deux nouveaux sons, ou l'*harmonie* résultant de leur audition simultanée, sont demeurées invariables.

L'expérience, déjà remarquable avec deux cordes, l'est encore davantage avec trois ou un plus grand nombre.

Nous pouvons conclure que la *parenté* entre deux sons est caractérisée par le rapport de leurs nombres de vibrations en un même temps : c'est ce qu'on peut appeler l'*intervalle*.

II

Avant d'aller plus loin dans l'étude des intervalles, il faut définir ce qu'on doit entendre par

somme, différence, multiple ou sous-multiple d'un intervalle. Nous, physiciens, ne sommes pas libres de nos définitions; les musiciens nous ont précédés de tant de siècles que nous devons nous soumettre à leurs habitudes, d'autant qu'elles sont excellentes.

Soient trois sons de hauteurs N_1, N_2, N_3 ; l'intervalle entre les deux premiers est $N_2 : N_1$, d'après la définition précédente; l'intervalle entre les deux derniers est $N_3 : N_1$. Les musiciens disent que l'intervalle des sons extrêmes N_1 et N_3 est la somme des deux intervalles intermédiaires. Il est clair que le mot *somme* n'est pas pris ici dans son sens ordinaire et arithmétique, puisque nous avons, non pas :

$$\frac{N_2}{N_1} + \frac{N_3}{N_2} = \frac{N_3}{N_1},$$

mais :

$$\frac{N_2}{N_1} \times \frac{N_3}{N_2} = \frac{N_3}{N_1}.$$

Il est nécessaire, soit de convenir que *somme* devient en Acoustique le synonyme de *produit*, soit de modifier la définition de l'intervalle pour l'accommoder aux définitions des musiciens, devant lesquelles, je le répète, nous devons nous incliner.

Le premier procédé, étant le plus complexe et le plus difficile à faire comprendre aux débutants, est naturellement celui qui prévaut, en France, dans l'enseignement des lycées et des Facultés. Le résultat nécessaire de l'introduction de ces opérations *symboliques*, somme qui se traduit par un produit, différence qui équivaut à un quotient, multiple qui s'exprime par une élévation à une puissance, sous-multiple qui devient une extraction de racine, est l'ahurissement du malheureux élève, s'il est intelligent. L'incompréhension absolue dans le cas général.

Le second procédé, qui est connu de tous temps, qui a été défendu par M. Guillemin, dans une Note à l'Académie, que M. Brizard et moi essayons de faire pénétrer dans l'enseignement des lycées (est-il sûr que nos efforts réussissent?), consiste à modifier la définition de l'intervalle. *L'intervalle n'est plus mesuré par le rapport des hauteurs, mais par le logarithme vulgaire de ce rapport*. Soit, par exemple, deux sons de hauteurs 100 et 150; le rapport est 150 : 100, le logarithme vulgaire de ce rapport, logarithme qui mesure l'intervalle, est :

$$2,17609 - 2 = 0,17609.$$

Pour faciliter le langage, on convient de multiplier le logarithme par 1.000, et de dire que l'intervalle est d'autant de *savarts* qu'il y a d'unités dans le produit obtenu. L'intervalle des sons de hauteurs 150 et 100 est donc 176 σ ,09, le signe σ représentant des savarts. Nous verrons plus loin

qu'on peut laisser de côté les fractions de savarts, qui sont trop petites pour être perçues. En définitive, l'intervalle des sons 150 et 100 est 176 savarts (176 σ).

Nous pouvons maintenant conserver les définitions des musiciens. Soient trois sons dont les hauteurs sont 100, 125, 150; l'intervalle des deux premiers est 97 σ , l'intervalle des deux derniers est 79 σ ; la somme des intervalles est naturellement égale à l'intervalle des sons extrêmes, d'après les propriétés des logarithmes, 176 σ .

Soit à partager l'intervalle entre les sons 100 et 150 en sept parties égales; il nous suffit de diviser 176 par 7; nous obtenons sensiblement 25.

Nous pouvons dès lors calculer sans difficulté les hauteurs des sons formant les 7 intervalles; les voici en regard de leurs logarithmes :

Logarithmes.	2	2,025	2,050	2,075	2,100	2,125	2,150	2,175
Hauteurs	100	106	112	119	126	133	141	150

Dans ce qui suit, nous donnerons les intervalles soit par le rapport des hauteurs, soit par le logarithme de ce rapport : il n'y a, d'ailleurs, aucune ambiguïté à craindre. À l'usage, le lecteur apercevra la clarté qui résulte de la seconde définition.

III

Puisque la hauteur absolue des sons ne change pas le caractère proprement musical d'une mélodie ou d'un accord, puisqu'il faut seulement considérer les *intervalles*, rapportons tous les sons à l'un quelconque d'entre eux que nous appellerons *fondamental*. Les sons plus élevés que le fondamental sont définis par un nombre *positif* de savarts, les sons plus bas sont définis par un nombre *négatif*. À la vérité, quand on transpose une mélodie ou un accord, c'est-à-dire quand on multiplie par le même nombre toutes les hauteurs (opération que le chevalet du sonomètre nous permettait précisément de faire), on change bien un peu l'effet artistique de la mélodie; certaines mélodies, charmantes pour une voix de ténor, deviennent ridicules chantées par une basse, indépendamment même des qualités particulières de l'instrument. Toutefois, personne ne doute que ce ne soit la même mélodie; c'est là seulement ce que nous voulons dire.

Nous définissons ainsi, à partir d'un fondamental arbitrairement choisi servant d'origine, une *échelle continue* de sons, ce que les mathématiciens appellent une quantité scalaire; chaque son est caractérisé par un nombre de savarts, théoriquement compris entre $-\infty$ et $+\infty$. Nous en verrons plus loin les limites pratiques.

Or, l'expérience de tous les peuples prouve que les mélodies agréables procèdent toujours par in-

intervalles *discontinus*. Pourquoi? nous n'en savons trop rien. Nous avons écrit le mot *agréable*; nous sommes dans le domaine du goût; et, s'il est légitime de chercher les raisons profondes de ce goût, nous sommes loin de pouvoir énoncer des propositions démontrables comme des théorèmes.

Le problème des gammes musicales consiste dès lors à déterminer les barreaux de cette échelle par rapport au barreau fondamental. Il est entendu, une fois pour toutes, que nous pouvons arbitrairement changer la place de notre origine, la position du barreau à partir duquel nous déterminons la position des autres barreaux.

L'expérience montre d'abord que les sons dont les hauteurs sont entre elles comme les nombres 1, 2, 4 (= 2²), 8 (= 2³) et généralement 2ⁿ, ont une parenté si étroite qu'ils sont, sur certains instruments, peu discernables les uns des autres. Qu'on frappe une touche de piano et qu'un auditeur peu exercé s'efforce d'émettre un son à l'unisson de celui qu'il entend, il n'est pas rare qu'il produise sans s'en douter un son à l'octave supérieure (ayant deux fois plus de vibrations par seconde) ou à l'octave inférieure (ayant deux fois moins de vibrations). Qu'un homme et une femme chantent simultanément le même air, les sons émis seront généralement à une octave de distance. Produisons d'abord un son, puis simultanément les sons à une, deux, ... octaves (ayant 2, 4 ... fois plus de vibrations dans le même temps); nous entendons à la vérité un accord, mais qui nous semble seulement le renforcement, l'enrichissement du son initial. Parmi toutes les *transpositions* qui, nous le savons, laissent intacte une mélodie, la transposition à l'octave est celle qui modifie le moins l'impression produite.

Il est donc tout naturel de prendre les octaves du fondamental pour premiers repères dans la division de l'échelle musicale; cet intervalle, suivant la définition choisie, est

$$2 \text{ ou } 1030 \log 2 = 301 \text{ savarts.}$$

IV

Voici déterminé l'intervalle fondamental d'octave, valant 301 savarts. Il s'agit de le couper en parties petites. Tant s'en faut que cette division soit arbitraire; certaines coupures s'imposent avec une nécessité presque aussi grande que l'octave: l'histoire de la Musique chez tous les peuples le prouve surabondamment.

Nous reviendrons plus loin sur ces questions. Exposons d'abord en quoi consiste la *division pratique*, la *gamme industrielle* si j'ose dire, universellement admise par tous les facteurs d'instru-

ments à sons fixes, la *gamme à tempérament égal*.

On convient de diviser l'octave en douze parties égales qu'on appelle des *demi-tons*.

L'intervalle d'octave valant exactement 301 savarts, mais le savart étant à l'extrême limite des intervalles *musicalement* discernables, nous poserons l'octave égale à 300 savarts; le demi-ton, que nous représenterons par t , vaut donc 25 savarts, le ton T , 50 savarts. Comme on voit, ce sont des nombres faciles à retenir.

L'ensemble des douze demi-tons constitue la *gamme chromatique*. Voici les noms qu'on donne aux treize sons de cette gamme formant les douze intervalles:

$$\begin{aligned} ut - ut^{\sharp}, re^{\flat} - re - re^{\sharp}, mi^{\flat} - mi, fa^{\flat} - fa, mi^{\sharp} \\ (fa^{\sharp}, sol^{\flat} - sol) - (sol^{\sharp}, la^{\flat}) - la - la^{\sharp}, si^{\flat} - si, ut^{\sharp} \\ (si^{\sharp}, ut). \end{aligned}$$

Pour passer d'une note à la note diézée le signe \sharp se lit *dièze*, il faut ajouter un demi-ton, soit 25^e; pour passer d'une note à la note bémolisée le signe \flat se lit *bémol*, il faut retrancher un demi-ton, soit 25^e.

Bien entendu, rien ne limite le nombre d'octaves que renferme un instrument, sinon les difficultés physiologiques d'entendre des sons trop graves ou trop aigus, le caractère antimusical de ces sons, ou l'impossibilité technique de les produire sur un instrument d'un mécanisme donné. Les instruments les plus étendus, comme l'orgue ou le piano, possèdent environ sept octaves; la voix humaine n'en dépasse guère deux: c'est entre ces limites que sont comprises les étendues des autres instruments.

On convient de distinguer les sons des différentes octaves par un indice. On aura donc successivement des sons allant du ut_0 au si_0 , du ut_1 au si_1 , etc.; prolongeant cette série au-dessous de l'octave 0, on aura des sons allant du si_{-1} au ut_{-1} , du si_{-2} au ut_{-2} , etc.⁴.

Reste encore un point à décider; reste à fixer la hauteur *absolue* des sons de l'échelle musicale. C'est inutile évidemment pour les instruments à cordes et la voix humaine, qui fournissent des sons variant d'une manière continue; c'est indispensable, au contraire, pour les instruments dont la hauteur est fixée par construction (cuivres, bois, orgue, harmonium) ou fixée, je ne dis pas une fois pour toutes, mais pour des semaines ou des mois, comme le piano. Autrement, ils ne pourraient servir simultanément.

D'après la Convention internationale de 1859, le

⁴ Alors que tout le monde est d'accord sur la notation des octaves 1, 2, 3..., quelques auteurs oublient l'octave 0 et passent de l'octave 1 à l'octave - 1. Il suffit de prévenir de cette anomalie, qui est évidemment due à l'inattention.

la, dit du diapason, doit faire 435 vibrations par seconde¹.

Ce choix est entièrement arbitraire; et, quand on songe que les variations de ce *la* depuis Louis XIV ont été de près d'un ton (exactement 44%), on se demande s'il n'aurait pas été plus judicieux de le fixer à 427 vibrations, choix qui aurait donné exactement pour les *ut* les puissances successives de 2, et aurait fait de la seconde, unité de temps, un *ut*, l'*ut*...

Quoi qu'il en soit, le piano va généralement du *la*₋₁ (27 vibrations) au *la*₆ (3.480).

V

C'est encore un fait d'expérience que les mélodies les plus agréables ne contiennent pas tous les sons de la gamme chromatique; elles n'utilisent que des séries incomplètes, appelées gammes diatoniques; les sons constituant ces gammes font avec un son appelé tonique des intervalles dont les grandeurs et les arrangements relatifs sont théoriquement très variés et constituent les différents modes.

Nous n'admettons guère aujourd'hui que deux modes, le mode majeur et le mode mineur; mais bien d'autres modes ont été utilisés au cours des siècles. Nous dirons plus loin quelques mots de ces modes désuets, auxquels certain *motu proprio* fameux de Pie X a rendu récemment une actualité qu'on peut craindre éphémère.

La gamme majeure est constituée par la série suivante :

T T t T T T t,

où la tonique est censément la note la plus basse. Comme nous avons 12 sons différents dans l'octave, comme nous pouvons prendre comme tonique un quelconque de ces sons, nous pouvons exécuter sur un instrument à sons fixes 12 gammes majeures différentes. En voici trois comme exemples; les notes sont séparées d'autant de traits que l'intervalle contient de demi-tons :

Ton d'*ut* majeur. $ut = re = mi - fa = sol = la = si - ut$.

Ton de *re* majeur. $re = mi = fa^{\sharp} - sol = la = si = ut^{\sharp} - re$.

Ton de *fa* majeur. $fa = sol = la - si^{\sharp} = ut = re = mi - fa$.

Nous écririons les autres avec la même facilité; on convient de choisir, parmi les différents noms d'une même note, celui qui permet de retrouver

pour la série entière les sept mots : *ut, re, mi, fa, sol, la, si*.

Pour des raisons sur lesquelles je ne puis insister, les méthodes de musique indiquent 15 gammes majeures : 1° la gamme d'*ut* dite naturelle; 2° les gammes contenant de 1 à 7 dièzes; 3° les gammes contenant de 1 à 7 bémols. Il est sûr *a priori* que 3 gammes du second groupe se confondent avec 3 gammes du troisième. On vérifiera que les gammes : 1° *ut* (7 dièzes), *re* (5 bémols); 2° *ut* (7 bémols), *si* (5 dièzes); 3° *fa* (6 dièzes), *sol* (6 bémols) sont identiques. Voici les deux dernières :

$$fa^{\sharp} = sol^{\sharp} = la^{\sharp} - si = ut^{\sharp} = re^{\sharp} = mi^{\sharp} - fa^{\sharp} \\ sol^{\flat} = la^{\flat} = si^{\flat} - ut^{\flat} = re^{\flat} = mi^{\flat} = fa - sol^{\flat}$$

On admet aujourd'hui que la gamme mineure est constituée par la série :

T t T T t T t + t,

où la tonique est toujours censément la note la plus basse. On a l'habitude de classer les gammes mineures en les rapportant à une gamme majeure dont elles sont le *relatif*. La tonique de la gamme mineure est à un ton et demi au-dessous de la tonique de la gamme majeure dont elle est le relatif. On trouve naturellement ainsi 15 gammes mineures parmi lesquelles 12 seulement sont distinctes. Voici 3 gammes mineures comme exemple :

$$\begin{aligned} \left. \begin{array}{l} \text{la mineur} \\ \text{relatif} \\ \text{d'ut majeur.} \end{array} \right\} & la = si - ut = re = mi - fa = sol^{\sharp} - la \\ \left. \begin{array}{l} \text{si mineur} \\ \text{(relatif} \\ \text{de re majeur.)} \end{array} \right\} & si = ut^{\sharp} - re = mi = fa^{\sharp} - sol = la^{\sharp} - si \\ \left. \begin{array}{l} \text{re mineur} \\ \text{(relatif} \\ \text{de fa majeur.)} \end{array} \right\} & re = mi - fa = sol = la - si^{\sharp} - ut^{\sharp} - re \end{aligned}$$

On vérifiera facilement que la gamme mineure *relatif* d'une gamme majeure a la même *armature de clef*, c'est-à-dire le même nombre de dièzes ou de bémols; de plus, l'avant dernière note de la gamme, qu'on appelle *sensible*, est dièzée, c'est-à-dire élevée d'un demi-ton.

VI

On ne comprendrait rien aux modes du plain-chant, pas plus d'ailleurs qu'aux modes grecs, si l'on ne prenait d'abord une idée nette de ce qu'on entend par *tonalité* d'un morceau¹. Pour rester en *ut majeur*, par exemple, il ne suffit pas d'employer uniquement les sons *ut, re, mi, fa, sol, la, si*. Il faut rappeler le plus souvent possible, soit par la mélodie, soit par la nature de l'harmonie (accords)

¹ Quelques auteurs parlent encore de *vibrations simples*. Le diapason fait, d'après eux, 859 vibrations simples à la seconde. Il est étrange qu'on ne se soit pas aperçu depuis longtemps de l'absurdité d'un tel langage. Ce qui fait une vibration, c'est une allée et un retour. La hauteur d'un son musical est définie par le nombre de périodes à la seconde : est-il nécessaire de faire observer qu'un phénomène périodique ne se décompose pas nécessairement en deux parties symétriques ?

² Il serait plus exact de dire *modalité*.

que la *tonique* est l'*ut*. Le procédé le plus élémentaire consiste à faire intervenir souvent ce qu'on appelle l'accord de tonique (*ut, mi, sol*), à le ramener toujours à la fin d'une phrase. On affirme encore davantage la tonalité en faisant précéder dans la phrase la tonique par l'avant-dernière note (le *si* dans la gamme d'*ut* majeur), qui n'en diffère que d'un demi-ton et qu'on appelle *sensible*; mieux encore en faisant précéder l'accord de tonique (*ut, mi, sol*) par l'accord de *sensible* (*si, ré, fa*). L'accord de *dominante* (*sol, si, ré*) joue aussi un rôle important. Je ne peux naturellement pas insister sur les règles dont l'application affirme la tonalité; j'appelle seulement l'attention sur cette domination d'une note particulière de la série employée, formant le lien entre tous les sons d'une phrase, servant de centre à tous les degrés de la mélodie.

Le lien peut être *artificiel*; le plus grand progrès de la Musique au cours des temps a été précisément de découvrir les raisons profondes qui font de l'*ut* la tonique *naturelle* de la gamme :

ut, re, mi, fa, sol, la, si.

Ceci posé, on comprend sans peine que la série majeure :

T T t T T T t,

prolongée dans les deux sens, donne des modes différents du mode majeur, suivant qu'on prend pour tonique l'un ou l'autre des sons.

On trouve ainsi les fameux modes du plain-chant, dont nous avons tous ouï parler quand les Bénédictins ont quitté la France. A la vérité, quand il s'agit d'une mélodie sans accompagnement (c'est le cas du plain-chant), la modalité est toujours incéise; aussi classait-on les modes *authentiques* et *pligaux* du plain-chant, non proprement par la position d'une tonique naturelle (le principe de la tonalité rationnelle n'était pas trouvé), mais par la position de la *note finale* jouant le rôle d'une tonique rudimentaire, position par rapport : 1° à la série indéfinie des sons ci-dessus indiqués; 2° à la série des sons utilisés dans le morceau.

Ainsi l'on chante dans le mode *authentique* de *ré* (qui correspond au mode *dorien* grec) en utilisant les sons :

ré = mi - fa = sol = la = si - ut = re,

avec la condition que la finale *ré* occupe le plus bas degré du chant. Cette condition donne une importance particulière au *ré*, en fait une sorte de tonique; une mélodie, utilisant la même série que notre mode majeur, mais évoluant non plus au-dessus de l'*ut*, mais au-dessus du *ré* ramené comme finale et jouant le rôle de base, devient entièrement différente d'une mélodie en *ut* majeur.

On chante dans le ton ou mode *plagal* correspondant, quand le chant descend à trois degrés plus bas que la finale, c'est-à-dire jusqu'à la *dominante*. La finale est encore le *ré* (mode hypodorien des Grecs), mais la série des sons utilisés est :

la = si - ut = ré = mi = fa = sol - la.

Je n'insiste pas sur les six autres modes du plain-chant; j'en ai dit assez pour préciser ce qu'on entend par un mode.

Bien entendu, il y a dans le choix des modes une certaine part d'arbitraire.

Pour ne citer qu'un exemple, notre mode mineur n'est pas fixé avec une rigidité absolue. La gamme ascendante s'écrit presque toujours :

T t T T t T + t t;

exemple (*la* mineur) :

la = si - ut = ré = mi - fa = sol² - la;

ce qui veut dire que, dans une mélodie en *la* mineur procédant par voie montante, le *sol* sera généralement diésé. Mais la gamme descendante peut très bien être :

T t T T t T T
la = si - ut = re = mi - fa = sol = la;

ce qui signifie que, dans une marche descendante en *la* mineur, l'oreille n'est pas choquée par un *sol* naturel. Certains compositeurs, répugnant à ce vide d'un ton et demi, qui est pourtant la raison du charme un peu maladif du mode mineur, n'hésitent même pas à employer comme gamme mineure ascendante la série :

T t T T T T T t
la = si - ut = ré = mi = fa² = sol² - la,

Aucun règlement de police ne forçant les musiciens à utiliser une série de sons plutôt qu'une autre, s'ils dérogent aux habitudes, le pire dommage qu'ils risquent est de froisser le public et d'être sifflés. Toutefois, bien des gens ne peuvent s'habituer à la musique ultra-moderne, parce que les compositeurs s'astreignent de moins en moins strictement aux modes classiques et au principe de tonalité rationnelle. Pour ma part, je n'ose les en blâmer, si difficile qu'il soit de quitter la noble simplicité des compositions classiques.

VII

Nous venons d'exposer ce qu'est la gamme tempérée chromatique ou diatonique; la question de *faît* est résolue, la question de *droit* reste entière. Quelles raisons profondes avait-on de couper l'octave en douze parties plutôt qu'en dix-sept par exemple?

Était-il rationnel de prendre les parties égales?

Pourquoi l'ut est-il la tonique naturelle de la série choisie?

La question se ramène immédiatement à la suivante : *Certains sons out-ils, avec un son que nous continuerons à appeler tonique, des liens plus intimes qui les imposent à notre choix pour constituer une série diatonique?*

Voici sur quel ensemble de faits et de théorèmes repose la démonstration de l'existence de tels sons.

On appelle *son simple* celui qui fournit un corps dont les points vibrent, se déplacent de part et d'autre de leurs positions d'équilibre, comme un point d'un pendule, quand l'amplitude de l'oscillation de ce pendule est assez petite pour que la trajectoire du point, généralement circulaire, puisse être confondue sans erreur sensible avec une petite droite.

Il est aisé de représenter cette loi. Imaginons une roue tournant d'un mouvement uniforme autour d'un axe horizontal. Plaçons l'œil à quelque distance, à la hauteur de l'axe et dans le plan de la roue. La trajectoire de la tête d'un clou, planté dans sa jante parallèlement à l'axe, se projette sur un plan vertical; elle paraît simplement animée d'un mouvement alternatif de haut en bas et de bas en haut. Sa vitesse, maxima quand elle passe sur l'horizontale de l'œil, diminue quand elle s'approche de ses positions extrêmes; elle s'y arrête un temps infiniment court, puis rebrousse chemin.

On appelle amplitude A le rayon de la roue; la période T est la durée d'un tour; le mouvement apparent de la tête du clou est représenté par la formule:

$$a = A \sin 2\pi \frac{t}{T} + \alpha$$

2π ; T est la vitesse angulaire de la roue; $2\pi t$: T est l'angle que fait un de ses rayons, choisi une fois pour toutes, avec une droite de référence par exemple l'horizontale passant par l'axe; enfin α est l'angle compris entre ces deux droites, quand on commence à compter les temps $t=0$: c'est la phase.

On connaît des sons simples: un diapason régulièrement entretenu rend un son simple; de même un tuyau excité par un vent faible. La démonstration de cette simplicité est objective et consiste dans l'enregistrement direct de la forme de la vibration.

Cette définition posée, voici une proposition que nous devons envisager à la fois comme l'expression d'une identité algébrique, et comme l'application d'un principe général de mécanique: *le principe de la superposition des petits mouvements.*

Tout son, si complexe qu'il soit, peut être consi-

déré comme dû à la superposition d'un nombre plus ou moins grand de sons simples, dont il est possible de déterminer les périodes, les amplitudes et les phases; on les appelle sons partiels.

Enfin, voici l'énoncé d'une loi physiologique fondamentale, soupçonnée par Rameau, formulée par Ohm, et qui est à la base de toute la théorie des sons: *L'oreille perçoit séparément et comme sons constituant un accord les sons simples en lesquels le théorème précédent nous apprend à décomposer un son complexe.* Plus brièvement, on peut distinguer directement, et sans artifice, les sons partiels d'un son complexe.

Comprenons bien le sens de cette loi. Un auditeur, même médiocrement exercé, distingue dans un orchestre la partie de violon de la partie de clarinette, ces deux instruments joueraient-ils à l'unisson; plus exercé, il distingue la partie de violon de la partie d'alto. Le chef d'orchestre, dont c'est le métier, distingue les parties des différents violons, joueraient-ils à l'unisson. La loi d'Ohm apprend qu'on peut aller plus loin; qu'un son complexe, alors même qu'il est fourni par un corps unique, un seul tuyau, une seule corde, est pour l'oreille un véritable accord (cousonnant ou dissonnant, peu importe), dont on peut distinguer avec de l'habitude, mais sans artifice, les sons simples constituants.

La perception des couleurs et la perception des sons diffèrent donc du tout au tout, et les théories, hélas si nombreuses, où l'on compare autrement qu'en métaphore l'œil et l'oreille, sont de belles absurdités. A l'inverse de l'oreille, l'œil est incapable d'analyser une couleur; une infinité de teintes, que le spectroscope prouve de compositions absolument différentes, produisent sur l'œil exactement la même impression: par exemple, tous les blancs dits d'ordre supérieur fournissant des spectres cannelés.

Mettons en œuvre la définition, le théorème et le fait physiologique que nous venons d'énoncer.

VIII

Parmi les sons complexes, il en est de particulièrement importants, qu'on désigne sous le nom de *sons complexes périodiques* ou à *partiels harmoniques*: ces deux expressions sont équivalentes d'après un théorème de Fourier, bien connu des mathématiciens. Ils sont constitués par un fondamental fixant la hauteur, et des sons faisant à la seconde deux, trois, quatre... fois plus de vibrations que le fondamental. On les désigne sous le nom de second, troisième, quatrième... harmonique, le premier étant par convention le fondamental lui-même. Les amplitudes et les phases des

harmoniques peuvent être les plus diverses; le *timbre* du son complexe périodique dépend des amplitudes relatives des harmoniques; on admet généralement qu'il est indépendant des phases. Le son complexe, tout en restant de même hauteur, est de plus en plus claironnant, puis criard, que ses harmoniques supérieurs ont des amplitudes plus grandes.

Un son complexe périodique peut être représenté par la série dite de Fourier:

$$A_1 \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + z_1\right) + A_2 \sin\left(\frac{2 \cdot 2\pi t}{T} + z_2\right) + A_3 \sin\left(\frac{3 \cdot 2\pi t}{T} + z_3\right) + A_n \sin\left(n \frac{2\pi t}{T} + z_n\right).$$

A_1, A_2, A_3, \dots sont les amplitudes des harmoniques; $z_1, z_2, \dots, z_n, \dots$ leurs phases; T est la période du fondamental.

L'importance des sons *périodiques* est due à ce qu'une corde ébranlée n'importe comment, un tuyau cylindrique allongé dont le vent n'est pas modéré, donnent toujours de tels sons. Si l'on remarque que les instruments de musique sont formés, à de rares exceptions près (harmonium par exemple), de cordes ou de tuyaux, on conclut que *les sons à partiels harmoniques sont par excellence les sons musicaux*.

Il résulte de là, et des considérations du paragraphe précédent, qu'une oreille exercée entend *séparément, comme des sons distincts*, les harmoniques successifs du son rendu par une corde ou par un tuyau. Comme conséquence de cette proposition, nous allons fixer trois intervalles fondamentaux: la quinte naturelle, la tierce naturelle et le ton majeur, pour aboutir à la constitution d'une gamme diatonique.

IX

Étudions, en effet, les intervalles créés par les divers harmoniques, en les baissant au besoin d'une ou plusieurs octaves. Le nombre de vibrations du fondamental étant désigné par l'unité, nous trouvons d'abord un groupe dont les hauteurs sont exprimées par les nombres: 2, 4, 8...

Ils sont à une ou plusieurs octaves du fondamental: et c'est la raison profonde de l'étroite parenté d'un son et de ses octaves. Quand nous émettons un son *musical*, sauf exceptions très rares, nous entendons simultanément les octaves; il est tout naturel que, si nous émettons ces octaves sur un autre instrument, nous soyons préparés à les reconnaître comme parents du premier son *qui les contient déjà*. La parenté n'est que la conséquence d'une existence partielle simultanée.

L'harmonique 3 baissé d'une octave et l'harmonique 6 baissé de deux deviennent le son 3 : 2. Il est

distant du fondamental de $1.000 \log(3:2) = 176\sigma,1$. Or, nous savons que le *sol tempéré* diffère de l'ut exactement de $7:12 \cdot 301 = 173\sigma,5$. Le troisième harmonique fournit donc à un *semi-savart* près le *sol*; l'intervalle 176σ s'appelle *quinte naturelle*.

L'harmonique 3 baissé de deux octaves devient le son 3 : 4. Il est distant du fondamental de $1.000 \log(3:4) = 96\sigma,9$. Il diffère de 3 savarts du *mi tempéré*: nous lui conserverons le même nom; l'intervalle 97σ s'appelle *tierce majeure naturelle*.

Le septième harmonique ne donne rien d'utile. Le neuvième fournit le son 9 : 8 dont l'intervalle avec le fondamental est $51\sigma,1$. Il diffère d'un savart du *ré tempéré*; l'intervalle 51σ est le ton majeur.

Il ne faut pas oublier que les amplitudes des harmoniques diminuent à mesure que leur numéro d'ordre augmente; les harmoniques supérieurs au neuvième deviennent difficilement discernables et leur parenté musicale avec le fondamental de plus en plus vague.

En définitive, la coexistence des harmoniques avec le fondamental conduit à découvrir 3 intervalles naturels, la quinte (3 : 2) de 176σ , la tierce majeure (3 : 4) de 97σ , le ton majeur (9 : 8) de 51σ .

La parenté du premier degré d'un son et du fondamental résulte donc de l'existence réelle de ce son comme harmonique du fondamental émis par un instrument *musical*.

D'après les mêmes principes, nous pouvons définir une parenté du *second degré*: elle existe entre deux sons quand ils ont en commun un harmonique; d'autant plus nette que le numéro d'ordre de cet harmonique est plus petit, elle n'est perceptible que s'il est un des premiers.

Considérons, par exemple, le son $\frac{4}{3}$, dont l'intervalle avec le fondamental est $1.000 \log(4:3) = 124\sigma,9$ et qui, par conséquent, est à peu près identique au *fa tempéré*; son troisième harmonique coïncide avec le quatrième harmonique du fondamental: ces deux sons ont une parenté très réelle; ils forment la quarte naturelle de 123σ .

Considérons enfin le son $\frac{5}{3}$, dont l'intervalle avec le fondamental est $1.000 \log(5:3) = 221\sigma,8$ et qui est à peu près identique au *la tempéré*; son troisième harmonique coïncide avec le cinquième harmonique du fondamental: ils forment la sixte naturelle de 222σ .

En définitive, ces règles très simples d'affinité, découvertes par les musiciens avant que les physiciens n'en aient donné la théorie, conduisent à la série:

ut	re	mi	fa	sol	la	ut
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	2

Il ne manque plus, pour compléter la gamme diatonique, que de diviser en deux parties l'intervalle trop grand *la, ut*. L'intercalation de cette avant-dernière note, que nous appellerons *si*, qui est la note *sensible*, préparatoire du retour de l'octave de la tonique, et qu'on est tenté de rapprocher de ce son, a toujours été assez arbitraire. Admettons que l'intervalle *mi, si* soit une quinte identique à *fa, ut*; nous parlaisons la gamme dite de Zarlin :

<i>ut</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>si</i>	<i>ut</i>
1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2
$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	
T	T'	t'	T	T'	T	t'	

Elle possède des degrés de trois espèces : le ton majeur T = 31τ , le ton mineur T' = 46τ , le demi-ton majeur t' = 28τ . La différence entre le ton majeur et le ton mineur s'appelle *comma*. Il vaut $\frac{81}{80} = 5\tau$, soit un dixième de ton.

X

Nous sommes donc en possession de deux gammes : la gamme à tempérament égal, qui est d'invention relativement moderne, et qui s'est imposée par le développement de l'orchestre; la gamme de Zarlin, dont l'emploi remonte à la Renaissance et qui est vraiment rationnelle. La façon même dont elle se justifie explique la vogue dont elle a joui dès sa découverte : les rapports qui déterminent ses intervalles avec la tonique sont des plus simples qu'on puisse imaginer, puisqu'ils ont pour numérateur ou dénominateur les numéros d'ordre des harmoniques qui interviennent dans l'évaluation de la parenté avec le fondamental, numéros d'ordre toujours petits. A une époque où la simplicité des lois de la Nature était un dogme, cette heureuse circonstance passait pour une preuve d'excellence.

Il existe une troisième gamme, rendue célèbre par les calculs de Pythagore, et qui, sans aucune valeur théorique, n'est, suivant la judicieuse remarque de Helmholtz, que l'expression naturelle de la manière dont les instruments sont accordés.

Nous savons qu'après l'octave, la quinte est l'intervalle sur lequel on hésite le moins; il est d'ailleurs presque rigoureusement les 7 : 12 de l'octave. C'est à cette circonstance, et au fait que les nombres 7 et 12 sont premiers entre eux, que nous devons la division plus ou moins explicite de l'octave en 12 parties depuis des temps reculés et l'invention de la gamme de Pythagore.

Partons, en effet, du fondamental et procédons

par quintes ascendantes, en baissant le son obtenu d'autant d'octaves qu'il faut pour le ramener dans l'octave primitive. Nous obtiendrons une série qui reproduirait rigoureusement la gamme chromatique TEMPÉRÉE, si la quinte naturelle était rigoureusement les 7 : 12 de l'octave. Or, elle en diffère de 0,5 environ : nous obtiendrons des sons légèrement au-dessus des sons tempérés, la différence avec ceux-ci restant toujours petite. Voici les valeurs exactes des sons de la gamme de Pythagore; le *fa* s'obtient PAR CONVENTION, non par le moyen de 11 quintes montantes, mais par le moyen d'une quinte descendante, arbitraire sur lequel nous ne saurions trop insister et qui suffit à faire de la gamme de Pythagore une invention purement empirique et théoriquement monstrueuse :

<i>ut</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>si</i>	<i>ut</i>
1	$\frac{9^2}{2^2}$	$\frac{3^3}{2^6}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3^2}{2^4}$	$\frac{5^3}{2^9}$	2

La gamme de Pythagore contient deux espèces d'intervalles, le ton majeur (9 : 8) de 31τ et le demi-ton pythagoricien (256 : 243) de 23τ ; ce demi-ton diffère d'un *comma* du demi-ton naturel (28τ).

Assurément, il est merveilleux qu'on soit arrivé dès une époque reculée à une règle de partition aussi précise pour accorder les instruments : aujourd'hui, l'on procède encore comme au temps de Pythagore pour obtenir le tempérament égal. On se contente de diminuer un peu la quinte naturelle pour la faire identique à la quinte tempérée.

En définitive, nous possédons 3 gammes dont voici les intervalles; je néglige les fractions de savart :

	<i>ut</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>si</i>	<i>ut</i>
Gamme tempérée . . .	0	50	100	125	176	226	276	301
G. rationnelle . . .	0	51	97	125	176	222	273	301
G. pythagoricienne . .	0	51	102	125	176	227	278	301

La gamme tempérée est intermédiaire entre les deux autres; la gamme rationnelle diffère de la gamme de Pythagore d'un *comma* = 5τ pour le *mi*, le *la* et le *si*.

XI

Nous devons maintenant faire appel à l'expérience : avec quelle précision une oreille suffisamment exercée reconnaît-elle un intervalle ?

Les physiiciens tombent généralement ici dans une erreur contre laquelle il faut les prémunir. On lit dans Helmholtz (p. 183 de la traduction française) que des musiciens exercés peuvent encore percevoir une différence de hauteur correspondant au rapport des nombres de vibrations 1.000 et 1.001. Le plus petit écart perceptible serait donc de $1.000 \log 1.001 = 1.000 = 0,43$, environ un demi-savart. Le *comma* valant exactement $1.000 \log 81 : 80 = 5,4$, une oreille très exercée

pourrait apprécier un intervalle à 1 : 13 de comma près. Présentée sous une forme absolue, cette proposition est grossièrement erronée : je m'empresse de dire qu'Helmholtz n'en est pas responsable.

En effet, plusieurs distinctions nécessaires s'imposent.

Il faut d'abord séparer nettement la possibilité de reconnaître certains intervalles *quand les sons sont maintenus simultanément et indéfiniment*, de la possibilité de les reconnaître *quand ils sont émis l'un après l'autre*; dans le premier cas, la mémoire n'intervient pas; dans le second, son rôle est prédominant.

Il faut, en second lieu, distinguer les intervalles : si la théorie de l'affinité des intervalles que nous avons exposée est exacte, il est clair qu'on reconnaîtra bien plus aisément la parenté de deux sons faisant approximativement l'unisson, l'octave ou la quinte, que la parenté de deux sons formant une *seconde* (*ut, ré*). On ne peut donc pas parler absolument d'une erreur limitée à laquelle près l'oreille apprécie un intervalle; il y a pour chaque intervalle une erreur limitée particulière.

Enfin, il existe des procédés physiques (battements, résonance) grâce auxquels on reconnaît *objectivement* l'exactitude de certains intervalles (l'unisson, l'octave et la quinte, en particulier) et qui n'ont rien à voir avec la justesse et la sensibilité artistiques de l'oreille.

Nous voici loin des affirmations des traités élémentaires, où l'on fixe absolument et indistinctement à un *comma*, soit 5 savarts, la limite des intervalles négligeables.

Par exemple, il est de fait qu'une oreille exercée ne peut distinguer la quinte juste (176 $\frac{1}{2}$, 1) de la quinte tempérée (175 $\frac{1}{2}$, 6), quand on maintient les deux sons indéfiniment en un accord, *mais de manière qu'il ne se produise pas de battements des harmoniques*. Un violoniste exercé accordant son instrument fait dans la quinte une erreur qui arrive aisément à un demi-savart, soit 1 10 de comma. Plaçons, au contraire, deux tuyaux donnant la quinte sur une même soufflerie; nous entendrons battre l'octave du fondamental de l'un avec la douzième de l'autre. Nous pourrions accorder les fondamentaux avec une précision à peu près indéfinie : l'oreille n'intervient plus *pour compter le nombre des battements par seconde*. Je ne dis pas qu'une telle expérience soit aisément réalisable, mais les qualités qu'elle suppose à l'oreille sont d'un ordre absolument différent.

Alors même qu'on maintient les sons en un accord, certains intervalles sont toujours mal déterminés par l'oreille; la *seconde*, par exemple, n'est qu'à *peu près* précisée qu'à un *comma* près; c'est pour cela

que la distinction du ton majeur (51 $\frac{1}{2}$ et du ton mineur (46 $\frac{1}{2}$), qui diffèrent précisément de 5 $\frac{1}{2}$, est plutôt théorique que pratique, au moins dans une mélodie. Delezenne, qui s'est efforcé de déterminer expérimentalement quel intervalle on choisit pour la seconde mélodique, a oscillé dans ses conclusions du ton majeur au ton mineur.

Mais, quand la mémoire intervient, quand les deux sons desquels on doit reconnaître l'intervalle sont émis l'un après l'autre, il est clair que la précision diminue, et d'autant plus que croît le temps qui s'écoule entre les émissions. On définit ainsi ce qu'il est permis d'appeler la justesse *mélodique* de l'oreille : disons tout de suite qu'elle est médiocre.

MM. Cornu et Mercadier, dont je prise fort l'habileté expérimentale, ont fait à ce propos des expériences intéressantes. Ils en ont malheureusement tiré des conclusions fausses; je reviendrai là-dessus plus loin. Utilisons d'abord le résultat brut de leur travail.

Ils ont trouvé que des violonistes éminents ne sont pas sûrs d'exécuter *mélodiquement* un intervalle, *fût-ce une quinte*, à moins de 5 $\frac{1}{2}$ près, soit un comma; autrement dit, en répétant l'expérience, les intervalles obtenus diffèrent de la moyenne d'un demi-comma en plus ou en moins. Exception faite pour l'octave, qui est donnée avec plus de précision.

Mais s'agit-il bien ici de la mémoire de l'oreille? Ne serait-il pas plus juste de faire intervenir la mémoire du gosier pour un chanteur, des doigts de la main gauche pour un violoniste? Les expériences de MM. Cornu et Mercadier ne mesurent-elles pas plutôt la précision du mécanisme des artistes que la justesse de leur oreille?

Qu'on réfléchisse à la manière dont s'exécute un intervalle sur un instrument à sons variables, voix ou corde. Pour que le son soit *bien posé* à hauteur convenable, il est évidemment nécessaire de se *représenter* correctement le son à émettre; mais, cette première opération exécutée, on doit savoir exactement, *grâce à une longue habitude, à ce qu'on peut appeler la mémoire des muscles*, quelle forme donner à la cavité buccale, quelle tension aux cordes vocales, quelle place aux doigts sur la touche. Un violoniste, si virtuose qu'il soit, employant un instrument aux cordes plus longues ou plus courtes que son instrument habituel, joue faux, *bien qu'il ait des images auditives correctes des sons à émettre*, jusqu'à ce qu'il se soit accoutumé à écarter ou à serrer les doigts davantage.

Quand l'artiste entend simultanément et indéfiniment deux sons, qu'il les produise lui-même ou non, c'est véritablement son oreille qui mesure l'intervalle. Quand il produit deux sons l'un après l'autre, c'est sa *mémoire auditive* qui intervient

pour juger et corriger au besoin l'intervalle, mais c'est sa *mémoire musculaire* qui doit être rendue responsable de la fausseté ou de l'exactitude *initiale* de l'intervalle¹. L'expérience la plus vulgaire montre que les corrections apportées après coup sont généralement mauvaises, et qu'un chanteur qui ne *pose* pas immédiatement le son d'une manière correcte, chante irrémédiablement faux.

XII

L'importance de ces considérations, si banales pourtant, n'échappera pas au lecteur, quand j'aurai dit quelques mots des conclusions que MM. Cornu et Mercadier ont voulu tirer de leurs expériences. Jusqu'en 1870, date de ces travaux, il semblait établi par l'expérience de plusieurs siècles qu'une seule gamme mérite le nom de *rationnelle*, de *naturelle* : la gamme de Zarlin. La gamme tempérée est la gamme pratique que les nécessités techniques imposent, que dans les conservatoires de musique on apprend aux violons, violoncelles, trombones à exécuter, sur laquelle sont accordés des pianos, les orgues, les harmoniums, tous les bois et tous les cuivres; mais un musicien, à qui l'on fait entendre, *l'expérience a été faite des milliers de fois*, successivement la gamme tempérée et la gamme de Zarlin n'hésite pas à reconnaître une perfection plus grande à la gamme naturelle.

Bonc une gamme théorique, une gamme pratique : voilà quelles étaient et quelles doivent être encore les conclusions d'un nombre infini de travaux.

MM. Cornu et Mercadier ont cru bouleverser tout cela; et, ce qui donne une étrange idée du principe d'autorité, dès qu'ils eurent parlé, tout le monde s'inclina; les traités classiques enregistrent. On oublia des expériences nombreuses, très soignées, exécutées sans idées préconçues par d'excellents expérimentateurs; on admit une proposition qui était la négation même de toute la science musicale, telle que Rameau l'avait fondée et que Helmholtz l'avait développée.

MM. Cornu et Mercadier distinguent deux gammes, l'une pour l'harmonie et l'autre pour la mélodie : c'est Zarlin qui règle l'harmonie, c'est Pythagore qui règle la mélodie.

Que cette théorie soit improbable, inadmissible, le raisonnement le prouve sans qu'il soit nécessaire de faire une expérience, et l'expérience confirme le raisonnement.

Tout d'abord une harmonie ne diffère d'une mélodie que par l'émission simultanée ou successive des sons; je m'étonne que les auteurs que je critique ne se soient pas posé la question suivante : A partir de quel moment commence la mélodie? Combien faut-il qu'il s'écoule de secondes ou de centièmes de seconde entre l'émission des sons? Et alors ils auraient écrit fatalement un dernier Mémoire couronnant harmonieusement leur œuvre, sous le titre : « De la loi, en fonction du temps, du passage des intervalles harmoniques aux intervalles mélodiques ». Ce titre aurait probablement refroidi leur enthousiasme.

Je m'étonne encore qu'ils n'aient pas fait un raisonnement dans le genre de celui qu'on va lire. Voici des musiciens qui, à de rares exceptions près, n'ont jamais entendu d'autres gammes que la gamme tempérée, à qui l'on s'est efforcé de faire reproduire cette gamme, dont le mécanisme est assoupli pour ce but, qui sont devenus à ce point de vue de véritables automates. Je leur demande d'exécuter mélodiquement un intervalle; ils me fourniront l'intervalle bien tempéré, même si ce sont d'assez piétres artistes. Je choisis maintenant des artistes excellents; je leur demande mélodiquement un intervalle : comme les autres, ils exécutent l'intervalle tempéré; je leur demande ensuite le même intervalle comme accord soutenu : ils exécutent *après un tâtonnement très court* l'intervalle juste, correspondant à la gamme de Zarlin, *car ils savent, quand on appelle leur attention sur la beauté d'un intervalle, reconnaître l'intervalle naturel, malgré l'habitude du tempéré*.

Supposons qu'en l'an de grâce 1905 on arrête un passant par un bouton de sa redingote à Brest en juillet, à Madrid en octobre, et qu'on le prie de chanter un air au hasard : j'imagine qu'à Brest il entonnera le *God save the King* et à Madrid la *Marseillaise*. C'est exactement pour la même raison qu'un musicien, interpellé sur la tierce, fournit instantanément la tierce tempérée. Toutefois, faites remarquer au monsieur de tout à l'heure qu'il se trouve soit à un enterrement, soit à un mariage : il conviendra que son air n'est pas de situation et sortira la marche de Chopin ou celle de Mendelssohn.

Le problème tel qu'il était posé : à savoir si *l'oreille vierge* (si j'ose dire) *préfère tel ou tel intervalle mélodique*, est insoluble. Il ne faudrait pas d'abord le compliquer d'un problème de mémoire musculaire. Il faudrait choisir un enfant venant de naître, le mettre dans une boîte malle-lassée dès avant qu'il fût sevré (les nourrices fredonnent des airs..., bref, recomposer l'*Enfance*..., pour aboutir sûrement à un échec. Il est plus difficile d'empêcher un homme d'entendre des mélodies que des raisonnements, et tout le monde

¹ Un pianiste et généralement un musicien qui utilise un instrument à sons fixes peuvent avoir sans grand inconvénient une oreille très médiocre; ils peuvent même être sourds. Il n'est pas *théoriquement absurde* de supposer un violoniste sourd jouant juste.

n'a pas le génie de Rousseau pour faire passer des raisonnements douteux.

Il y a donc tout à parier que les intervalles *mélodiques* de MM. Cornu et Mercadier ne sont pas autres que les intervalles tempérés, dont ils ne diffèrent d'ailleurs au maximum que de deux savarts, soit $2 : 3$ de comma; c'est ce que M. Guérout leur fit immédiatement observer. Mais on lui répondit avec une indignation pompeuse et un air de grandeur offensée qui s'accordent admirablement avec la faiblesse des raisons alléguées.

Les arguments de MM. Cornu et Mercadier apparaîtront dans leur comique savoureux à travers la citation que voici : « Est-ce que les anciens Grecs exécutaient les tierces pythagoriciennes à cause de l'habitude qu'ils avaient du tempérément ? » Hélas ! ô mes maîtres, si les anciens Grecs les exécutaient, c'était pour une excellente raison (la seule que vous puissiez invoquer, aucun instrument accordé par Pythagore n'étant parvenu jusqu'à nous) : ils les exécutaient parce que systématiquement, d'après la manière même dont ils accordaient ou sont censés avoir accordé leurs instruments, qui, ne l'oublions pas, étaient à sons fixes, la tierce pythagoricienne était seule à leur disposition. Cela ne prouve pas qu'ils la trouvaient meilleure; cela ne prouve pas que tel artiste, après avoir fait sa *partition*, ne modifiât pas un peu sa tierce.

Et d'ailleurs, ô mes maîtres ! si les Papous avaient une autre tierce, ne forceriez-vous à la trouver bonne, parce que Papous ? Poussez-vous le principe d'autorité jusqu'à vouloir faire des Grecs nos maîtres en musique ?

XIII

Mais quels sont donc les intervalles trouvés expérimentalement par MM. Cornu et Mercadier ? Démonstreraient-ils par hasard leur thèse, au point que le bon sens lui-même dût abandonner ses critiques ? Ces résultats, les voici :

Je tire les nombres principalement du Mémoire du 17 juillet 1871. Je rappelle que les résultats de chaque expérience peuvent différer de la moyenne en plus ou en moins de $2\sigma,5$, et que chaque expérience comporte déjà des moyennes.

Ils trouvent pour la quinte le rapport 1.503, soit 177 σ . La quinte juste est de 176 $\sigma,1$, la quinte tempérée de 175 $\sigma,6$. Ainsi, alors que la quinte juste ne diffère de la quinte tempérée que de $0\sigma,5$, leur moyenne diffère de la quinte pythagoricienne de $0\sigma,9$.

Ils trouvent pour la tierce 102 σ ; mais, dans une Note précédente, ils donnent pour le même intervalle 1.271, soit 104 $\sigma,1$. Or, la tierce pythagoricienne est

de 102 σ , la tierce tempérée de 100 $\sigma,3$; la différence de ces deux tierces est donc 1 $\sigma,7$, moindre que différence 2 $\sigma,1$ entre la tierce pythagoricienne et tierce donnée par une série d'expériences dont ont l'air de faire grand cas, puisqu'ils la jettent la face du pauvre M. Guérout.

Mais, dira-t-on, la thèse de ces messieurs est plénière, démontrée, puisque la gamme tempérée est au-dessous de la gamme pythagoricienne et que la gamme pythagoricienne est elle-même au-dessous de leurs résultats expérimentaux !

Ce ne serait certes pas un raisonnement en la faveur; mais ce n'est même pas vrai, car, dans Mémoire du 29 janvier 1872, ils donnent comme quart expérimentale 1.330, soit 123 $\sigma,9$, tandis que la quart tempérée est 125 $\sigma,3$, de même que quart pythagoricienne qui lui est identique. Enfin dans le Mémoire du 17 février 1873, ils trouvent la tierce mineure égale à 1.185, soit 74 σ , tandis que la tierce mineure tempérée est de 75 σ .

En définitive, la différence de la gamme tempérée à la gamme pythagoricienne est à ce point petite qu'il est impossible à un musicien, si habile qu'il le suppose, d'exécuter mélodiquement un intervalle sans risquer une erreur supérieure à ce différence. ne serait-ce qu'à cause de la non homogénéité parfaite des cordes. La gamme de Pythagore est théoriquement un monstre. Il est inadmissible que, pour passer de l'*ut* au *mi*, faire une tierce *mélodique*, le musicien doive *intérieurement* monter de quatre quintes et descendre de deux octaves, alors que ce *mi*, il vient de l'entendre comme harmonique, comme partie constitutive de l'*ut*. Si l'habitude du mécanisme n'intervenait pas, si l'artiste pouvait *matériellement* émettre le son *pensé*, c'est évidemment ce *mi* qu'il choisirait. Mais il est asservi par une longue discipline, transformé en automate par une gymnastique ayant duré des années : — c'est approximativement le *mi* tempéré qui sort.

Je laisse de côté la définition pythagoricienne d'octaves (par quintes ascendantes), des bémols (par quintes descendantes) : je n'insiste pas sur la définition de la tierce mineure que MM. Cornu et Mercadier, pour la facilité de leur discussion, dérivent de quintes descendantes, sous prétexte qu'il l'écrivit *ut, mi*; je glisse sur les résultats relatifs la sensible; je n'en finirais pas, si je voulais tout dire.

Je relève cependant un des ultimes arguments de MM. Cornu et Mercadier.

M. Guérout leur ayant fait observer que la théorie était de tous points la contradiction de ce système que Helmholtz avait défendu avec tant de si bonnes raisons, un des auteurs s'est précipité à Heidelberg. Naturellement, il a été copieusement

ii. Le savant professeur voulut bien reconnaître les expériences de MM. Cornu et Mercadier d'un point de vue nouveau [je le crois], et ces messieurs sont tout fiers parce que Helmholtz, qui avait probablement mieux à faire et comptait sur le bon sens de ses contemporains (en quoi il se trompait), n'a formulé par écrit aucune objection.

XIV

La gamme de Zarlin est à ce point supérieure à la gamme tempérée que les musiciens du XVII^e et du XVIII^e siècles ont fait des efforts inimaginables pour la conserver; ils ont dû s'incliner devant l'impossibilité matérielle de créer des instruments à sons fixes donnant la gamme rationnelle et permettant cependant les modulations. Il nous faut résister, les opinions les plus étranges ayant cours dans l'enseignement sur la définition du dièze et du bémol.

Je lis dans l'excellent ouvrage de M. Lavignac¹ : Il existe (au sujet du dièze et du bémol) une singulière divergence entre les musiciens et les physiciens; ces derniers, se basant sur des calculs stricts, veulent absolument que l'*ut*[♯] soit plus bas que le *ré*[♯], tandis que les musiciens, guidés par leur sens artistique, affirment énergiquement le contraire. » M. Lavignac ne se fâchera pas de ma critique, puisqu'il avoue modestement qu'il n'est pas acousticien (p. 76); je ne le cite que pour montrer comment peuvent se glisser dans les meilleurs ouvrages des opinions d'une évidente fausseté, jusqu'elles sont contradictoires dans les termes. D'où, en effet, les physiciens tireraient-ils leur définition du dièze, sinon de l'opinion des musiciens, et comment alors pourrait-il y avoir contradiction? La contradiction, car elle existe, provient simplement de ce que les musiciens ne se rendent pas un compte exact que la position du dièze et du bémol résulte d'une hypothèse faite sur la gamme atonique, et que cette gamme contient une arbitraire. la position de la sensible.

Nous écrivons, en effet, la gamme diatonique avec les intervalles (en savants) :

<i>ut</i>	<i>ré</i>	<i>mi</i>	<i>fa</i>	<i>sol</i>	<i>la</i>	<i>si</i>	<i>ut</i>
51 [♯]	46	28	51	46	51	28	
T	T'	t	T	T'	T	t	

J'ai déjà fait observer que le *si* est mal déterminé par les harmoniques; c'est arbitrairement que nous supposons un demi-ton majeur 28[♯] entre la sensible et l'octave de la tonique. *Pratiquement*, les chanteurs et les violons tendent à diminuer cet intervalle.

Supposons maintenant que nous commençons la gamme au *sol*. Les difficultés de modulation, qui n'existaient pas dans la gamme tempérée, se présentent insurmontables. L'intervalle de seconde *sol-la*, à partir de la nouvelle tonique, est un ton mineur, tandis que ce même intervalle était un ton majeur avec la tonique *ut*. D'où la nécessité de confondre les tons majeurs et les tons mineurs, ou de créer des sons supplémentaires en très grand nombre : nous savons que, l'intervalle de seconde étant assez mal déterminé par l'oreille, il n'y a pas grand mal; toutefois, la modulation ne va pas sans une modification très appréciable dans les accords.

Mais, si nous voulons qu'il existe encore une sensible, et qu'elle soit à 28[♯] au-dessous de l'octave de la tonique, force est d'introduire une nouvelle note, le *fa*[♯], placée comme suit entre le *fa* et le *sol* :

<i>fa</i>	<i>fa</i> [♯]	<i>sol</i>
23	28	
51		

Commençons la gamme au *fa*; pour maintenir à peu près les intervalles, nous devons intercaler un nouveau son, le *si*[♯]; d'autre part, si nous voulons conserver le demi-ton à sa valeur 28[♯], nous sommes bien forcés de disposer les sons dans l'ordre et avec les intervalles suivants :

<i>la</i>	<i>si</i> [♯]	<i>si</i>
28	23	
51		

Commençons la gamme au *mi*; nous sommes forcés de diézer quatre notes. Cherchons ce que doivent être ces dièzes pour maintenir les demi-tons à la valeur 28[♯] :

<i>mi</i>	<i>fa</i> [♯]	<i>sol</i> [♯]	<i>la</i>	<i>si</i>	<i>ut</i> [♯]	<i>ré</i> [♯]	<i>mi</i>
-----------	------------------------	-------------------------	-----------	-----------	------------------------	------------------------	-----------

Le *ré*[♯] et le *sol*[♯] doivent être disposés de la manière suivante :

<i>ré</i>	<i>ré</i> [♯]	<i>mi</i>	<i>sol</i>	<i>sol</i> [♯]	<i>la</i>
18	28		18	28	
46 [♯]			46		

Ainsi, pour conserver le demi-ton à la valeur admise 28[♯], nous aboutissons à deux définitions du dièze ou du bémol, exactement aussi raisonnables l'une que l'autre. Diézer une note est tout aussi légitimement la hausser de 23[♯], soit un demi-ton pythagoricien, que la hausser de 18[♯], soit un demi-ton mineur. Hausser de 18[♯] revient à multiplier la hauteur par le rapport 23 : 21. Cette dernière définition du dièze est celle qu'on apprend aux élèves des lycées; seul, Dieu sait pourquoi.

Naturellement, bémoliser une note sera la baisser au choix de 23[♯] ou de 18[♯]. Comme $2 \times 23 = 46$,

¹ *Musique et musiciens*, p. 61.

c'est-à-dire un ton mineur, $2 \times 18 = 36$, c'est-à-dire un intervalle inférieur à un ton mineur, le bémol se confondra avec le dièse ou sera plus haut que lui, suivant l'hypothèse et suivant que la note à diézer fait avec la note à bémoliser l'intervalle de ton mineur ou de ton majeur. Les physiciens n'y peuvent rien : ils ne font que mettre en œuvre l'hypothèse que, dans la modulation, les demi-tons doivent rester de 28%.

Mais faisons une autre hypothèse : nous aurons d'autres valeurs du dièse et du bémol : *toutefois cela reviendra à prendre une autre gamme diatonique*. Ainsi, Galin-Paris-Chevé admettent la gamme pythagoricienne, tons de 31%, demi-tons de 23%. Il résulte immédiatement de cette définition que le dièse est plus haut que le bémol.

Laissons donc cette vaine querelle : la position relative du dièse et du bémol dépend de la structure de la gamme de laquelle on part, et du degré de conformité admise *a priori* entre les gammes résultant des modulations et la gamme primitive. Les physiciens traduisent ces hypothèses en nombres ; si les musiciens ne sont pas satisfaits des résultats, cela prouve tout au plus qu'ils ne se rendent pas un compte suffisant des hypothèses initiales.

XX

On conçoit maintenant comment la nécessité de *moduler*, de *transposer* la gamme, de la faire commencer par un son quelconque de la gamme diatonique initialement choisie, a dû conduire tout naturellement à une altération de cette gamme diatonique, à un *tempérament*, pour que la construction matérielle des instruments à sons fixes ne devienne pas impossible.

Quel doit être ce tempérament ? Au XVIII^e siècle, on a discuté la question avec violence, avec acharnement. Toutefois, sur un point, facteurs d'instruments et musiciens ont été du même avis : il ne faut pas dépasser le nombre de douze notes par octave ; le plus petit intervalle doit être le demi-ton, sinon le mécanisme des instruments à sons fixes devient inextricable.

Cette concession faite aux nécessités techniques, le problème est loin d'être résolu. Quelques musiciens proposaient de maintenir inaltérée la gamme diatonique de Zarlino, et de recouper cinq des intervalles. Mais, dans cette division, ils n'étaient pas d'accord. Ainsi, les uns recommandaient les intervalles 19 : 17 et 17 : 16 comme parties du ton majeur, 20 : 19 et 19 : 18 comme parties du ton mineur ; c'est ce qu'ils appelaient une *division arithmétique*. Les intervalles sont alors en savants :

<i>ut</i>	<i>ut[♯]</i>	<i>ré</i>	<i>re[♯]</i>	<i>mi</i>
26	25	24	22	

Les autres coupaient le ton majeur et le ton mineur chacun en deux intervalles égaux.

Je n'abuserai pas de la patience du lecteur en l'initiant à tous les systèmes proposés ; les règles d'un bon tempérament ont été résumées par Chladni ; elles sont indiscutables :

1^o Plus il y a de quintes exactes et plus le tempérament est mauvais, parce qu'alors le petit nombre de quintes (fausses), entre lesquelles on répartit le *comma pythagoricien*, deviennent moins supportables.

Voici ce que Chladni veut dire. Nous savons que la quinte juste *pythagoricienne* ne vaut pas exactement 7 : 12 d'octave. Douze quintes font sept octaves plus 6%, soit un *comma pythagoricien*. On a en effet :

$$176\sigma,4 \times 12 = 2113\sigma,2 ; 301 \times 7 = 2107\sigma.$$

Si, pour trouver les douze sons de la gamme chromatique, on procède par quintes, si l'on commence par prendre justes (égales à 176%,4 les six premières, toute l'erreur étant reportée sur les cinq restantes, ces quintes deviendront d'autant plus abominables que l'oreille reconnaît très sûrement l'exactitude de cet intervalle ;

2^o Le tempérament est d'autant plus mauvais que le *comma pythagoricien* est plus inégalement réparti ;

3^o Les tempéraments les plus mauvais sont ceux où il y a des quintes haussées, parce qu'alors quelques autres quintes supporteront, outre le *comma pythagoricien*, l'excès des quintes haussées.

Conclusion : le seul tempérament admissible est le tempérament égal. C'est la solution que deux illustres musiciens, Bach et Rameau, avaient préconisée dès le milieu du XVIII^e siècle.

Il ne faut pas croire que les musiciens en furent généralement ravis. Au dire de l'Encyclopédie (témoin assez partial, il est vrai ; tout le monde a lu le *Neveu de Rameau*), ils ne purent se résoudre à se priver de la variété qu'ils trouvaient dans les différentes impressions qu'occasionne le tempérament inégal : « M. Rameau a beau leur dire qu'ils se trompent, et que le goût de variété se prend dans l'enlacement des modes (les différents *tons* deviennent des *modes* différents, si le tempérament n'est pas égal) et nullement dans l'altération des intervalles ; les musiciens répondent que l'un n'exclut pas l'autre. »

Je ne chercherai pas à trancher ce débat ; mais c'est un fait d'expérience qu'un piano accordé à tempérament *soit-disant* égal, un piano *bien tempéré*, comme eût dit Bach s'il avait connu le piano, ne produit pas la même impression dans les différents tons. Helmholtz s'est préoccupé d'un si curieux paradoxe ; la différence de timbre est-elle

due à la non-égalité parfaite du tempérament, au fait que les tons ayant un grand nombre d'accidents sont joués principalement sur les touches noires... on ne le sait pas d'une manière certaine.

Les inconvénients du tempérament sont négligeables dans la musique moderne, qui est essentiellement chromatique, procède par mouvements rapides, multiplie les modulations et les notes de passage. Nous ne sommes plus au temps où l'on considérait le piano comme un instrument faux; et l'on a vu la belle lurette que nos chanteurs, même toulousains !, sont incapables de distinguer une tierce juste d'une tierce tempérée. Le lecteur qui a bien voulu me suivre avec attention a remarqué sans doute que je n'ai jamais prononcé les mots *consonnant* ou *dissonnant*; au xx^e siècle, ils n'ont plus guère de sens : chaque accord sonne comme il peut, c'est tout ce que notre oreille nous apprend. Le triton ne nous effraie plus et l'accord de septième fait nos délices.

XVI

En résumé, on possède une idée très suffisante de l'échelle des sons et des gammes, si l'on comprend bien les propositions suivantes :

L'octave (intervalle 3017 ou 3007) est divisée en 12 intervalles égaux appelés demi-tons (257); l'ensemble forme la *gamme chromatique*.

On utilise, de cette série complète, des séries incomplètes qui constituent les *modes*. Les deux principaux sont le mode *majeur* et le mode *mineur*. On peut en imaginer et on en a utilisé une infinité d'autres plus ou moins artificiels.

Transposer ou *moduler*, c'est changer la hauteur absolue des sons employés : le mot *transposer* s'emploie quand il s'agit d'un morceau tout entier, le mot *moduler* quand le changement de *hauteur* ou de *ton* se fait à l'intérieur d'un morceau, sur un nombre plus ou moins grand de mesures. La transposition et la modulation vont d'elles-mêmes avec le tempérament; elles peuvent s'effectuer sur un instrument à clavier par un simple déplacement du clavier (harmoniums transpositeurs, par exemple).

La gamme chromatique tempérée résulte d'une altération (avec subdivision de certains intervalles) d'une *gamme rationnelle*, la gamme de Zarlin, qui résulte elle-même de la complexité de certains sons dits musicaux et de l'existence des harmoniques.

Il va de soi que, dans l'enseignement élémentaire, on ne doit parler que de la gamme à tempérament égal : je n'étonnerai personne en disant que c'est la seule dont on ne parle généralement pas.

H. Bonasse,

Professeur de Physique
à l'Université de Toulouse.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE MINÉRALE

Il est impossible, dans une revue de Chimie minérale, de décrire, même succinctement, les nombreux travaux parus dans le cours de l'année. La plupart n'ont pas acquis encore ce degré de généralité qui convient à des travaux classiques. Malgré leur intérêt, ils ne peuvent entrer définitivement dans la science sans être complétés par des découvertes nouvelles. D'autres, au contraire, par leurs applications, par le développement qu'ils peuvent fournir à une question, méritent une mention particulière. Souvent les faits vulgaires, les phénomènes les plus simples, dont on paraissait avoir retiré toutes les conséquences qu'on en pouvait attendre, acquièrent tout à coup une nouvelle signification, des applications inattendues avec les progrès de l'observation, le perfectionnement des appareils et leur mise en harmonie avec les théories modernes. Les travaux nouveaux qui naissent de ces investigations apportent toujours quelque lumière sur des faits qu'on considérait comme parfaitement établis. L'année scientifique qui vient de prendre fin a été marquée par des discussions nombreuses sur des

faits très anciens que la science avait enregistrés définitivement; ces discussions nous ont valu des recherches et des hypothèses qu'il convient de signaler. En outre, nous ferons connaître, dans le nombre relativement élevé de Mémoires parus en Chimie minérale, ceux qui ont fait avancer une question et ceux qui peuvent être le point de départ de recherches intéressantes.

I. — MÉTALLOÏDES.

Peu de travaux ont été effectués cette année sur les métalloïdes. Il semble que tout est dit sur ces corps. Un des derniers venus, le fluor, retient encore l'attention des chimistes. Il est vrai que son histoire est loin d'être complète.

On sait que cet élément, si actif vis-à-vis des métaux, de la plupart des métalloïdes et surtout de l'hydrogène, même à basse température, refuse de s'unir à l'oxygène.

Les nombreuses tentatives faites jusqu'à ce jour pour combiner ces deux éléments ont toujours

échoué. Il était intéressant de savoir si cette inactivité se maintiendrait en présence des composés oxygénés. M. Moissan, ayant fait réagir le fluor gazeux sur le protoxyde d'azote et le peroxyde d'azote, n'a pu constater aucune combinaison, même en employant une énergie puissante pour la favoriser. La chaleur et les étincelles d'induction n'ont pas donné un résultat favorable. En présence d'oxyde azotique AzO , le fluor s'est cependant combiné avec production de flamme. Dans cette réaction vive, il s'est produit un composé gazeux incolore, d'une odeur irritante, attaquant les muqueuses; c'est le fluorure d'azotyle AzO^2F . L'équation :



montre que le fluor a dédoublé l'oxyde azotique, et le peroxyde d'azote formé s'est combiné à l'état naissant avec le fluor. Si cette équation exprime bien la formation du fluorure d'azotyle, il semble étrange que le peroxyde d'azote ne s'unisse pas directement au fluor. Peut-être faut-il penser que l'énergie de combinaison de AzO^2 naissant est beaucoup plus grande que celle du peroxyde d'azote libre.

Quoi qu'il en soit, le succès de cette combinaison permet d'espérer des résultats plus fructueux.

L'union du fluor avec les autres métalloïdes se fait, au contraire, aisément. Au fluorure d'iode IF^3 , préparé depuis quelques années, est venu s'ajouter tout récemment le fluorure de brome BrF^3 . Ce corps, obtenu simultanément par M. Lebeau et par M. Pridaux, par deux voies différentes, possède, en raison des deux éléments qui le constituent, une activité chimique très grande. Il s'unit, en effet, avec incandescence à la plupart des métalloïdes; il décompose l'eau avec une extrême violence, et les matières organiques avec production de flamme et explosion.

Pour compléter la liste des combinaisons halogénées du fluor, il reste à isoler le fluorure de chlore. Il est à craindre que le chlore résiste comme l'oxygène, à cause de son caractère trop électro-négatif. Le composé serait cependant très intéressant, car, d'après les prévisions, son activité chimique serait prodigieusement grande.

Un des phénomènes qu'on croyait définitivement élucidés, la phosphorescence du phosphore, vient d'être mis de nouveau à l'ordre du jour.

Tout le monde, aujourd'hui, semble être d'accord pour admettre que la phosphorescence de ce métalloïde est produite par une oxydation portant exclusivement sur la vapeur qu'il émet à la température ordinaire. Cela résulte des recherches nombreuses effectuées par Schrötter, Müller, Joubert, etc. Or, M. Jungfleisch, par certaines obser-

vations et expériences, a établi que les quantités de vapeur de phosphore émises à la température ordinaire sont trop petites pour produire les phénomènes lumineux relativement intenses de la phosphorescence. Celle-ci serait due, au contraire, à la combustion spontanée d'un oxyde de phosphore particulier, beaucoup plus volatil que le phosphore lui-même. Il prendrait naissance toutes les fois que le phosphore se trouve soit en présence d'oxygène raréfié, soit de gaz inertes chargés d'oxygène. Quelle est la nature de ce nouvel oxyde du phosphore? Quelle est sa composition? Ce sont là des questions encore non résolues; on sait simplement qu'il présente la plupart des caractères de l'anhydride phosphoreux P^2O^3 .

De nouvelles recherches ont été effectuées sur le diamant par M. Moissan et par Sir W. Crookes. Ces deux savants sont parvenus à reproduire ce corps par deux voies complètement différentes, mais en opérant toujours sous forte pression.

Je ne rappellerai pas ici le procédé antérieurement décrit par M. Moissan pour la reproduction artificielle du diamant à l'aide du four électrique. Récemment, à la suite de nouvelles recherches poursuivies sur une météorite de Cañon-Diablo, M. Moissan a été amené à trouver les conditions de formation du diamant. Tous les échantillons de charbon, soumis à la pression ordinaire à la haute température du four électrique, fournissent toujours du graphite; au contraire, toute variété de carbone liquéfiée sous forte pression conduirait à la formation du diamant.

Cette conception paraît vérifiée par les récentes expériences effectuées par Sir W. Crookes. Ce savant est parvenu à isoler du diamant dans les produits de décomposition d'un composé très riche en carbone, la cordite anglaise, explosif puissant à base de nitroglycérine et de coton-poudre.

D'après ses calculs, faits en appliquant les formules de Rankine ou de Van der Waals, Crookes pense que la température de fusion du carbone serait de 4.400° sous une pression de 17 atmosphères. A des températures et à des pressions inférieures, le carbone se sublimerait sans prendre l'état liquide. Or, dans les expériences que Sir Andrew Noble poursuit sur les explosifs, ce savant a montré que l'explosion de la cordite, produite dans des cylindres en acier hermétiquement clos, développe une pression de 8.000 atmosphères avec une température de 5.400°. Si l'on rapproche ces nombres de ceux que Sir W. Crookes a admis pour la température critique et la pression critique du carbone : 5.800° et 2.320 atmosphères, on voit que l'on se trouve dans d'excellentes conditions pour obtenir du carbone liquide, prêt à cristalliser par refroidissement sous la forte pression existant dans le tube

d'acier. Sir W. Crookes a étudié les résidus de cette explosion et, après les avoir soumis à une série de traitements appropriés, il est parvenu à recueillir un résidu formé de cristaux octaédriques de pouvoir réfringent élevé et dépourvus de biréfringence : ces cristaux constitueraient du diamant.

II. — MÉTAUX.

L'étude des métaux a été un peu plus féconde en résultats. D'abord, les métaux colloïdaux continuent à attirer de plus en plus l'attention des chimistes. Nous avons fait connaître dans la Revue de l'année dernière les propriétés de ces corps et les méthodes qui permettent de les obtenir. Signalons que la méthode chimique est le plus souvent préférée à la méthode physique. Néanmoins, il y a peu de temps, Svedberg a modifié la méthode de Bredig pour la préparation des hydrosols. Il emploie non plus l'eau, mais des liquides organiques au milieu desquels il place les feuilles du métal dont il veut faire l'hydrosol ; et il se sert de fer ou d'aluminium pour former ses électrodes. L'auteur a ainsi obtenu très aisément l'or, l'argent, l'étain et le plomb colloïdal. Mais cette méthode n'est pas applicable à certains métaux, par exemple à l'aluminium. Svedberg a imaginé une seconde méthode ; il emploie un potentiel très élevé avec un courant d'intensité très réduite, et un dispositif spécial sur les détails duquel nous ne pouvons pas insister. Par ce moyen, il a préparé le magnésium colloïdal sous forme d'une solution gris-olive, dans l'éther absolu.

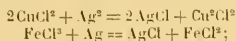
Il a même obtenu les métaux alcalins à l'état colloïdal : sodium, potassium : le sodium colloïdal est violet, et le potassium colloïdal est bleu violet. Tous les deux sont formés dans la ligroïne et l'éther absolu, et sont d'une très grande instabilité.

La méthode chimique dérive toujours de celle qu'a instituée Carey Lea. Les sels métalliques solubles sont soumis à une action réductrice. Et les corps réducteurs pouvant servir varient à l'infini. C'est l'alcool ordinaire, avec lequel Vanino a obtenu un hydrosol d'or présentant des colorations variées : c'est l'acroléine ou l'alcool allylique, qui fournit un hydrosol d'or rouge pourpre ; c'est l'hydrazine, l'hydroxylamine, l'oxyde de carbone, etc.

Paal et Amberger ont préparé des solutions colloïdales du platine et des métaux de ce groupe palladium, iridium en chauffant simplement un sel d'un de ces métaux avec une solution alcaline des acides protalique et lysalique extraits de l'albumine de l'œuf. La réduction est longue, mais on l'accélère en y ajoutant un peu d'hydrate d'hydrazine.

Tous ces hydrosols sont doués de propriétés

catalytiques vis-à-vis de l'eau oxygénée. L'argent colloïdal réagit aussi sur les différents sels pour les réduire et les transformer en sels de sous-oxydes ou en métal. C'est ainsi que les chlorures mureurique, cuivrique, ferrique passent à l'état de chlorures mercurieux, cuivreux, ferreux :



dans le sulfate de cuivre et le nitrate de nickel, le cuivre et le nickel sont précipités à l'état métallique.

Du côté des métaux proprement dits, il y a un résultat pratique à enregistrer. Le calcium, que M. Moissan avait obtenu en 1897 dans un grand état de pureté en traitant l'iode de calcium par un excès de sodium, se fabrique maintenant en grand par électrolyse du chlorure de calcium fondu, à l'usine de Bitterfeld, d'après un procédé de M. Borchers modifié par M. Arndt. Le métal ainsi préparé est ductile et malléable comme le laiton ; il graisse la lime et la scie. À l'air humide, sa surface fraîche jaunit superficiellement ; mais à l'air sec, l'éclat métallique persiste longtemps et le métal peut être pesé sans difficulté.

Comme impuretés, les lingots de calcium électrolytique renferment des inclusions de chaux et de chlorure de calcium en quantité très faible. La densité de cet élément est de 1,55 et son point de fusion est voisin de 800° ; le calcium obtenu par le sodium fondait à 710°. Si l'on rapproche ces constantes physiques et les propriétés de ce calcium de celles qui ont été décrites autrefois, on voit quelles erreurs on peut commettre sur des corps dont on ignore le degré de pureté.

Employé en rognures, le calcium peut effectuer la plupart des réductions pratiquées en Chimie organique ; il peut aussi remplacer le magnésium dans la réaction de Grignard en donnant des combinaisons mixtes :



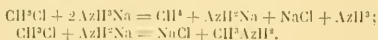
Il peut enfin servir dans la méthode de Goldschmidt pour la réduction des oxydes et des sulfures des différents métaux. Comme la plupart des métaux, il se dissout facilement dans le mercure en donnant un amalgame cristallisé Hg^*Ca , stable dans l'air sec à la température ordinaire, et n'absorbant ni l'oxygène, ni l'azote. À la manière de l'amalgame de sodium, l'amalgame de calcium jouit de propriétés réductrices qui le feront employer avantageusement en Chimie organique toutes les fois que l'on voudra réaliser des réductions en liqueurs neutres ou faiblement alcalines.

Si le calcium a donné de si brillants résultats, il n'en est pas de même du baryum. Son obtention à

l'état pur, par voie électrolytique, n'a pas été réalisée jusqu'ici. Néanmoins, après de longues et patientes recherches, M. Güntz est arrivé à le préparer à l'état pur. On sait que, par calcination ménagée de l'amalgame de baryum, M. Güntz avait isolé un métal contenant 98,5 % de baryum. En variant de bien des manières les conditions de cette préparation, il n'était pas arrivé à un état de pureté plus satisfaisant. Or, récemment, en chauffant de l'hydruure de baryum pur, dans le vide, vers 1.200°, il a obtenu du baryum chimiquement pur dosant 99,56 et 99,46 % de Ba. Les propriétés de ce corps seront-elles identiques à celles que l'on connaît déjà ? Cela est vraisemblable, étant donné le peu d'impuretés que contenait le baryum antérieurement isolé par M. Güntz.

Les métaux ammoniums, obtenus par l'action du gaz ammoniac liquéfié sur les métaux alcalins et alcalino-terreux, ont occupé pendant ces dernières années l'attention des chimistes, et les recherches se poursuivent encore activement de ce côté. Ces corps sont, en effet, intéressants à plus d'un titre. Les travaux parus dans ces dix dernières années ont montré que ces corps peuvent donner naissance à des hypoazotites AzOM lorsqu'on fait agir sur eux l'oxyde azotique AzO; l'action du phosphure d'hydrogène produit des phosphures PH₂M analogues aux amidures AzH₂M; et l'oxyde de carbone donne naissance à des composés de composition parallèle à celle du nickel-carbonyle Ni(CO)₄: COK, CONa et (CO)₂Ba; ce sont les carbonyles métalliques.

En raison de la souplesse qu'ils montrent dans toutes ces réactions minérales, il était à prévoir que les métaux ammoniums pourraient trouver un emploi en Chimie organique. On a reconnu, en effet, qu'ils peuvent opérer aisément la réduction des dérivés halogénés forméniques (M. Lebeau). Le chlore, le brome, l'iode sont remplacés par de l'hydrogène. Mais cette réaction très simple se complique toujours d'une deuxième, fort intéressante, qui produit les amines primaires. Pendant l'hydrogénation des chlorures, bromures, iodures forméniques, les métaux ammoniums se transforment partiellement en amidures, qui réagissent sur le dérivé halogéné non transformé et le changent en amine primaire. Les équations suivantes montrent le sens de ces réactions :



Il n'y a rien d'in vraisemblable à admettre la transformation des métaux ammoniums en amidures, puisque M. Rengade a constaté que le césium-ammonium se décompose spontanément en amidure de césium et hydrogène.

L'hydrogénation des dérivés halogénés forméniques et la préparation des amines primaires, que l'on sait faire déjà par des méthodes plus pratiques et plus commodes, sont peut-être moins importantes que la préparation de certains alcoolates. On sait avec quelles difficultés on obtient les alcoolates monométalliques des alcools polyatomiques. Lorsqu'on fait réagir les métaux alcalins en présence d'alcool sur certains alcools polyatomiques : glycérine, érythrite, mannite, etc., on forme des alcoolates cristallins toujours avec un certain nombre de molécules d'alcool qu'il est impossible d'enlever. L'emploi des métaux ammoniums permet, au contraire, de préparer facilement à l'état de pureté les dérivés monométalliques de ces alcools : mannite monosodée, érythrite monopotassée, glycérine monosodée, etc. : c'est là un résultat précieux, étant donné le rôle que peuvent jouer ces corps en Chimie organique.

L'étude des métaux des terres rares se poursuit sans interruption, et chaque année apporte quelques nouveaux travaux qui précisent peu à peu nos connaissances sur ces corps. Il ne faut pas se dissimuler que la parenté très étroite qui unit ces métaux rend la tâche très difficile et augmente les difficultés de séparation. Le scandium, le samarium, l'yttrium, le praséodyme et le néodyme, etc., se trouvent généralement réunis dans la Nature, et, comme leurs propriétés sont très voisines, il est difficile de les séparer par des méthodes analytiques rigoureuses. Il faut se contenter d'opérer des fractionnements nombreux, toujours longs et pénibles, et ce travail amène souvent à la connaissance de quelque élément nouveau. Les méthodes de fractionnement proposées jusqu'à ce jour sont très nombreuses; on peut dire que chaque chimiste modifie les méthodes déjà existantes. Aucune méthode chimique n'est parfaite. Une seule permet de reconnaître avec certitude la pureté d'un élément; c'est la méthode optique. Elle est, malheureusement dans le cas actuel, d'une application très délicate à cause des spectres complexes de ces métaux.

Les derniers travaux de Muthmann et de ses collaborateurs ont permis de définir avec exactitude quelques-unes des propriétés des métaux des terres rares. Le cérium, le lanthane, le samarium et les didymes ont été isolés, après cristallisations fractionnées de leurs nitrates doubles avec le magnésium, par électrolyse de leur chlorure fondu. Ce sont des métaux se laissant facilement distinguer : le lanthane est blanc comme l'étain; le cérium est blanc comme le fer; le néodyme présente des pigures jaunâtres, plus prononcées chez le praséodyme; le samarium est blanc gris et est très facilement altérable à l'air. La détermination de leur

chaleur de combustion a conduit à des nombres très élevés, voisins et quelquefois supérieurs à celui du magnésium; d'où on a déduit qu'ils pouvaient être employés à la réduction des oxydes des métaux lourds par le procédé de Goldschmidt.

La découverte récente, à Ceylan, d'un nouveau minéral, la thorianite, a donné un intérêt nouveau à la question des terres rares. Dans ce minéral, caractérisé par la grande quantité d'oxyde de thorium qu'il renferme (72 à 78 %), on trouve en outre des terres rares : oxydes de cérium, de lanthane, etc., dans la proportion de 1,02 à 8,04 %. Or, précisément à cause de cette composition mixte, la thorianite est utile au plus haut degré pour l'industrie des manchons à incandescence. Depuis quelque temps, en effet, on a reconnu que le pouvoir éclairant des manchons à incandescence, formés surtout d'oxyde de thorium, est considérablement augmenté par l'adjonction de petites quantités d'oxydes des terres rares; l'oxyde de cérium à la dose de 1 % paraît donner les meilleurs résultats. La thorianite contenant à la fois du thorium et du cérium devait être appelée à rendre les plus grands services à l'industrie des manchons à incandescence. Aussi, dès son apparition, ce minéral a atteint une valeur commerciale considérable, et a été déjà vendu au prix de 37.500 francs la tonne.

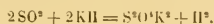
III. — SELS MÉTALLIQUES.

Parmi les recherches nombreuses et variées effectuées sur les sels métalliques, nous nous bornerons à signaler et à résumer ici les discussions qui se sont produites sur des composés déjà anciens : les hydrosulfites et les sels sulfazotés de Frémy. Elles nous montreront que des questions très vieilles ne sont pas toujours bien élucidées, et qu'il n'est pas inutile de revenir de temps à autre sur les travaux passés, et de les reprendre en leur appliquant les idées modernes ou les méthodes perfectionnées.

En 1869, Schützenberger, reprenant une observation antérieure de Schönbein, qui avait remarqué qu'une solution aqueuse de gaz sulfureux produit au contact du zinc un liquide réducteur possédant la propriété de décolorer l'indigo, réussit à préparer un nouveau sel bien cristallisé, l'hydrosulfite de soude, auquel il assigna la formule $\text{SO}^{\circ}\text{NaII} + \text{H}^{\circ}\text{O}$. Ce sel correspondait, d'après Schützenberger, à un nouvel acide inconnu de formule $\text{SO}^{\circ}\text{H}^{\circ}$, qu'il nomma l'acide hydrosulfureux. Onze ans plus tard, Bernthsen, ayant repris l'étude de ce composé, lui assigna la formule $\text{SO}^{\circ}\text{Na}$ ou mieux $\text{S}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{Na}^{\circ}$.

D'ou discussions et recherches nouvelles. M. Prud'homme, en particulier, se fit le champion de la formule de Schützenberger.

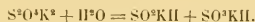
Or, en 1899, M. Nabl, ayant préparé l'hydrosulfite de zinc par action du zinc sur le gaz sulfureux en solution dans l'alcool, attribua à ce composé la formule $\text{S}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{Zn}$. A la suite de ses expériences sur les hydrures métalliques, M. Moissan, ayant fait réagir le gaz sulfureux dans certaines conditions de pression sur ces corps, obtint les hydrosulfites alcalins et alcalino-terreux selon la réaction simple :



Ces synthèses vérifiaient la formule adoptée par Bernthsen et la question semblait définitivement résolue. Or, dans ces derniers temps, les chimistes de la manufacture d'indiennes E. Zundel, de Moscou, ont découvert que les hydrosulfites s'unissent à la formaldéhyde pour donner des combinaisons doubles analogues aux combinaisons bisulfitiques. Ces nouveaux corps possèdent les précieuses propriétés de fixer directement l'indigo et de produire des enlevages blancs parfaits sur des étoffes teintées avec des matières colorantes azoïques insolubles. La constitution de ces hydrosulfites-aldéhydes serait :



D'autre part, si l'on met au contact de l'eau l'hydrosulfite de potassium de synthèse de M. Moissan, il s'hydrolyserait en donnant du bisulfite et de l'hydrosulfite de potassium (formule de Schützenberger) selon la réaction :



Il résulterait de ces deux faits nouveaux que la véritable formule des hydrosulfites doit être, d'après M. Prud'homme, celle qui a été donnée par Schützenberger, et que les corps du type $\text{S}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{M}^{\circ}$ doivent être considérés comme les sels d'un nouvel acide du soufre, $\text{S}^{\circ}\text{O}^{\circ}\text{H}^{\circ}$.

A cette interprétation, M. Bernthsen répond en maintenant sa formule, et en admettant que les sels $\text{SO}^{\circ}\text{HK}$ et $\text{SO}^{\circ}\text{K}^{\circ}$, inconnus à l'état libre, mais à l'état de combinaisons avec l'aldéhyde formique, seraient les sels d'un nouvel acide, l'acide sulfaxylrique, et seraient appelés des sulfaxylates.

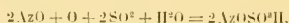
On voit combien cette question, qui paraissait simple au premier abord, est devenue de plus en plus complexe au fur et à mesure que les recherches se sont multipliées. Si elle n'est pas encore résolue d'une façon définitive, elle a eu l'avantage de provoquer des travaux et d'enrichir la science de faits qui seraient peut-être restés inconnus longtemps encore.

Une discussion scientifique de même nature s'est élevée au sujet des sels sulfazotés découverts par Frémy, entre un savant japonais, M. Haga, professeur de Chimie à l'Université Impériale de Tokio, un savant anglais, M. Divers, ancien colla-

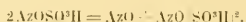
borateur de Haga à Tokio, et un savant allemand, M. Raschig.

En 1843, Frémy obtenait un *sulfazilate de potassium* qui présentait la curieuse propriété de donner des solutions d'un bleu violet. Il lui assigna, d'après son mode de préparation, la formule simple $AzO \cdot (SO^2K)^2$, ce qui correspond au sel de potassium d'un acide nitroso-disulfonique. Plus tard, Claus et Raschig ont fait connaître la préparation de ce sel et lui ont attribué une constitution particulière.

En 1896, M. P. Sabatier prépara ce même sel d'après les indications de Raschig, et il constata que sa solution ressemblait étrangement à un composé bleu qu'il avait précédemment obtenu par action d'un composé cuivreux ou d'un réducteur quelconque sur une solution d'acide nitrosulfurique dans l'acide sulfurique concentré. Ce même corps bleu se forme toutes les fois que l'anhydride sulfureux agit sur l'acide azotique fumant, et sa présence a été constatée plusieurs fois dans la préparation industrielle de l'acide sulfurique dans les chambres de plomb. En rapprochant ces observations, M. Sabatier en a déduit que ce corps était un acide nouveau, l'acide nitroso-disulfonique, et il s'attacha à en faire la synthèse. En faisant passer un mélange d'oxyde azotique AzO et d'oxygène dans une solution d'acide sulfurique additionnée du quart de son volume d'eau, et préalablement saturée de gaz sulfureux, il obtint le composé bleu foncé, l'acide nitrosodisulfonique. Les équations qui rendent compte de cette réaction sont simples; on a d'abord :

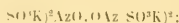


c'est-à-dire formation d'acide nitrososulfonique, incolore et très instable, qui se dédouble rapidement en donnant :



M. Sabatier conclut que cet acide, assez instable d'ailleurs, puisqu'on ne peut l'avoir qu'en solution sulfurique, est l'acide auquel correspondait le sulfazilate de Frémy.

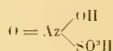
Dans un long Mémoire paru cette année dans le *Journal du Collège des Sciences de Tokio*, Haga s'attache à prouver que ce sel de Frémy n'est pas un nitrosodisulfonate, mais bien une oxime-peroxyde ou peroxyne de formule :



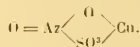
or, si l'on remarque cette formule, c'est celle du nitrosodisulfonate qui a été doublée.

D'autre part, Raschig, dans un volumineux Mémoire intitulé : « Sur la théorie du procédé des

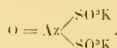
chambres de plomb », assigne à l'acide nitrosodisulfonique la formule :



et à son sel de cuivre bleu la constitution :



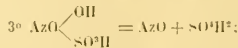
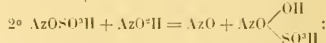
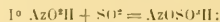
où Az serait tétravalent; d'après lui, cette constitution permettrait de rapprocher la couleur bleue de ce sel de celle du sel bleu de Frémy :



De ces diverses opinions, quelle est la bonne? Le sel de Frémy a-t-il la constitution, indiquée par M. Sabatier, d'un sel de potassium de l'acide nitrosodisulfonique, ou bien est-il le sel d'un acide différent? Divers pense et affirme que le sel de Frémy est bien un nitrosodisulfonate de potassium, et rejette les constitutions de Raschig et Haga, pour admettre la formule indiquée par M. Sabatier.

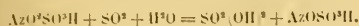
En réalité, on peut dire que, tant que l'acide n'aura pas été isolé à l'état pur, et ses sels préparés à l'état cristallisé, on ne pourra pas discuter sur leur constitution. Il y a cependant un résultat important qui est acquis : c'est la synthèse directe de l'acide nitrosodisulfonique à partir de ses éléments.

Cette discussion scientifique en a entraîné une autre non moins importante, puisqu'elle a trait à la théorie de la préparation industrielle de l'acide sulfurique. On connaît les différentes théories qui ont été émises à ce sujet. Dans le Mémoire cité plus haut, Raschig donne une théorie nouvelle, qui est une conséquence de la constitution qu'il a admise pour l'acide nitrosodisulfonique. Elle est résumée par les équations suivantes :

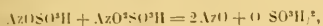


Dans une première phase, il y aurait combinaison de l'anhydride sulfureux avec l'acide azoteux et formation d'acide nitrososulfonique, qui, au contact d'un excès d'acide nitreux, fournirait de l'acide nitrosodisulfonique (formule de Raschig), lequel, dans une troisième phase, se dédoublerait en acide sulfurique et oxyde azotique. C'est là une théorie très simple, qui n'a pas été admise cependant par Divers. Après en avoir fait la critique, il

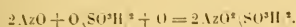
propose lui-même une théorie nouvelle. Les cristaux d'acide nitrosulfurique, en solution dans l'acide sulfurique concentré des chambres de plomb, absorberaient continuellement du gaz sulfureux et de la vapeur d'eau, en formant de l'acide sulfurique et de l'acide nitrosulfonique :



Ce dernier réagirait sur l'acide nitrosulfurique non décomposé suivant la réaction :



Ces produits de la réaction se recombinaient immédiatement en présence d'oxygène pour donner de l'acide nitrosulfurique :



Cet acide nitrosulfurique, qui pourrait absorber une nouvelle quantité de SO^{S} , reproduirait la même série de réactions. Il agirait donc comme corps catalyseur, puisqu'il permettrait la transformation d'une quantité illimitée de gaz sulfureux.

Ces théories de la formation de l'acide sulfurique sont toutes les deux très suggestives et permettent d'expliquer très simplement la production de cet acide dans les chambres de plomb. Il est difficile de se prononcer pour l'une ou pour l'autre tant que ne seront pas isolés les produits intermédiaires.

IV. — CORPS RADIO-ACTIFS.

La découverte de la *thorianite*, ce minéral dont nous avons déjà parlé au sujet des métaux des terres rares, a permis de faire des recherches nouvelles dans le domaine de la radio-activité. L'analyse de ce minéral très radio-actif a montré qu'il contient environ 0,39 % d'hélium. Or, cette proportion est très grande et de beaucoup supérieure à celle que fournit la clévélite, qui est jusqu'à présent le minéral le plus riche en hélium. 1 gramme de clévélite fournit, en effet, 2 cc. 5 d'hélium; 1 gramme de thorianite en donne 9 grammes, c'est-à-dire une quantité environ quatre fois plus grande. Cette grande richesse en hélium, jointe à la forte radio-activité de la thorianite, devait attirer la curiosité des chimistes. On chercha à extraire le radium de la thorianite par les procédés actuellement connus, et cette recherche amena non seulement à la découverte du radium, mais aussi à celle d'un nouveau corps radio-actif, mis en évidence par Sir W. Ramsay, le *radio-thorium*. Ce

nouveau corps, qui possède un pouvoir radio-actif environ un demi-million de fois plus élevé que celui du thorium, produirait une émanation se comportant comme l'actinium de M. Debierne, ou l'émanium de M. Giesel, qui, on le sait, a été reconnu identique à l'actinium.

Ainsi, voilà un même minéral composé à la fois de radium et de radio-thorium. Tous les deux sont très radio-actifs, et tous les deux doivent avoir des propriétés similaires. On sait, par les expériences de Sir W. Ramsay et Soddy, que l'*exradio*, c'est-à-dire l'émanation produite par le radium, fournit de l'hélium. Il est donc probable, comme le pense Ramsay, que la grande quantité d'hélium de la thorianite est produite en majeure partie par la décomposition du nouveau corps, le radio-thorium. Radium et radio-thorium auraient donc un même terme final : l'hélium.

La thorianite a réservé aux chimistes la surprise d'un corps radio-actif nouveau ; la découverte de gisements contenant des métaux radifères a jeté une lumière nouvelle sur l'origine du radium. On admettait généralement jusqu'à présent que tous les minéraux contenant du radium étaient des minéraux uranifères. Pas d'uranium, pas de radium, pouvait-on dire ; et on allait même jusqu'à croire qu'il y avait proportionnalité entre la quantité d'uranium et la quantité de radium qui l'accompagne.

Des découvertes de nouveaux minéraux radifères ont montré que cette idée était fausse. M. Danne a trouvé, en effet, que certains terrains plombifères situés aux environs d'Issy-l'Evêque, dans la Saône-et-Loire, renferment du radium sans qu'il soit accompagné d'uranium. La quantité du corps radio-actif n'y est pas négligeable, puisqu'une tonne de minerai peut fournir un centigramme de bromure de radium. D'autre part, M. Giesel a observé la présence de corps radio-actifs dans la vase de Fango et la terre de Capri. Ces matériaux d'origine volcanique possèdent une radio-activité assez forte, inférieure cependant à celle de la pechblende. Leur analyse a montré qu'ils ne contiennent pas d'urane.

Ainsi, voilà deux séries de gisements d'origine bien différente qui contiennent du radium sans uranium. Que devient, dans ce cas, la théorie qui tend à faire supposer que le radium est réellement créé par l'uranium ?

A. Mailhe,

Chargé du cours complémentaire de Chimie à l'Université de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Conturat (L.). — *L'Algèbre de la Logique*. — 1 vol. de 100 pages de la collection « *Scientia* ». Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Personne ne pouvait être mieux qualifié que M. Conturat pour présenter au public français un aperçu de ce calcul, relativement nouveau, dont l'origine remonte aux travaux de Boole et à ceux de Schröder, car Leibniz n'avait guère fait qu'indiquer le sujet.

Très clairement, dans la préface, l'auteur expose que son but est d'étudier le calcul en question au point de vue formel, indépendamment de l'interprétation possible: comme *Algèbre*, non comme *Logique*; mais il s'empresse de montrer qu'il y a deux interprétations générales, suivant que les lettres représentent des concepts ou des propositions. Elles viennent se fonder en une seule, celle des ensembles; mais, en fait, il y a des divergences qui empêchent une identification complète au point de vue formel.

La suite de l'ouvrage est consacrée à l'exposé des opérations et des règles de calcul que comporte l'Algèbre de la Logique. La relation d'*inclusion* ($a < b$), qui paraît fondamentale, peut se traduire par « tout a est b » s'il s'agit de concept, et par « a , donc b » s'il s'agit de propositions.

L'égalité, le principe d'identité, celui du syllogisme, la multiplication et l'addition avec leurs conséquences sont ensuite définies, ainsi que les symboles 0 et 1 , signifiant *rien* et *tout* (concepts) ou *faux* et *vrai* (propositions).

Le reste ne saurait être analysé, car il faudrait pour ainsi dire refaire le livre lui-même, qui représente déjà une remarquable condensation d'idées.

Avant de parler de la conclusion, je crois utile de présenter ici une remarque au sujet de l'opinion émise par M. H. Laurent sur le livre dont nous nous occupons. Se fondant sur ce que, dans l'Algèbre de la Logique, l'égalité et l'addition des choses sur lesquelles on opère ont été définies, il n'hésite pas à en conclure que ce sont des *quantités*. Cette doctrine très ingénieuse est en même temps un peu spéculative, à mon avis; ou bien il faudrait donner au mot « quantité » une telle extension qu'on finirait par en dénaturer quelque peu le sens véritable, et par en altérer la clarté intuitive. D'ailleurs, les conditions auxquelles devrait être assujettie l'opération appelée addition seraient, en réalité, d'un examen tellement délicat qu'on se sentirait rarement sur un terrain vraiment solide. Pour mon compte, je préfère voir dans toute algèbre un ensemble de notations et de règles appropriées, une langue écrite de nature à rendre les plus grands services par sa précision et sa concision. C'est ainsi que Broudie, par son « Calcul des opérations chimiques », crée une algèbre fort intéressante, et qu'il en est de même des travaux auxquels s'applique ici M. Conturat. Il n'y a pas une algèbre, mais des algèbres; elles méritent toutes l'attention des mathématiciens par leur côté formel, mais vouloir à toute force les faire rentrer les unes et les autres dans l'Algèbre mathématique courante, et en arriver, par exemple, à assimiler des propositions logiques à des quantités serait excessif.

J'ai une tendance à croire que M. Conturat doit pencher du même côté que moi, quand je le vois écrire: « L'Algèbre de la Logique est un algorithme qui a ses lois propres; elle est fort analogue par certains côtés à l'Algèbre ordinaire, et par d'autres elle en est très différente. »

Ceci me paraît être la vérité même. Et l'auteur, pour suivre sa conclusion, achève de caractériser la science dont il vient de présenter les principes, lorsqu'il montre que cette science, confinée dans la Logique classique, est loin d'embrasser toute la Logique, et lorsqu'il termine ainsi: « L'Algèbre de la Logique est une Logique *mathématique*, par sa forme et par sa méthode; mais il ne faut pas la prendre pour la Logique des *Mathématiques*. » C. A. LAISANT.

Examinateur à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Thomson (J.-J.). *Membre de la Société Royale de Londres, Professeur de Physique à l'Université de Cambridge*. — *Conduction of Electricity through Gases*. — 1 vol. gr. in-8° de 566 pages avec 183 fig. (Prix: 20 fr.). Cambridge, University Press, 1905.

Le Professeur J.-J. Thomson cumule les titres à la reconnaissance des physiciens. Dans ce domaine, vivant entre tous, des phénomènes électriques dans les gaz, il est à la fois la première autorité et le chef de l'Ecole la plus active; il vient de se constituer en plus l'historien des recherches récentes dans ce domaine, et d'en marquer l'état actuel dans un ouvrage où il donne le fond de sa pensée, sans être gêné par les limites, toujours un peu étroites, d'un mémoire. Son ouvrage fera époque dans la science actuelle. Mais, dans cette rapide marche en avant, le moment où nous parlons est déjà loin de nous, et nul, au surplus, ne contribuera plus que le célèbre professeur de Cambridge à nous faire franchir le point précis de la science où il nous a conduits.

Ce n'est point, cependant, un livre d'actualité dans le sens ordinaire du mot, c'est-à-dire que l'auteur ne se tient pas à l'aspect uniquement moderne du sujet; il retourne à ses origines, reprenant, par exemple, les vieilles expériences de Coulomb sur la conductivité de l'air, celles de Matteucci, de Warburg et de Hittorf; mais il n'y demeure pas longtemps; les expériences récentes ont tellement transformé la question que c'est sur elles que toute l'attention se concentre.

M. Thomson considère le gaz d'abord dans son état normal, puis dans son état conducteur, et montre que, dans cet état, il ne suit la loi d'Ohm que dans un domaine restreint, pour tendre vers une capacité limite de transport, et monter enfin à une conductivité élevée, lorsque la différence de potentiel aux électrodes s'approche de celle qui donne l'étincelle. La mesure de la vitesse des ions, qui a pris une si grande importance dans ces dernières années, tient une grande place dans ce chapitre, suivi par la théorie mathématique, en grande partie personnelle à l'auteur, de la conduction dans un gaz ionisé.

C'est l'action du champ électrique et celle du champ magnétique sur un ion en mouvement qui, comme on sait, permettent de déterminer à la fois la masse des ions et leur charge, ou bien la déviation magnétique et l'énergie transportée, avec les variantes consistant à produire un retard du mouvement au lieu d'une déviation. Toutes ces méthodes, appliquées aux ions les plus divers, ont donné des valeurs à peu près identiques de $\frac{e}{m}$ valeurs qui s'éloignent peu de 10^7 pour les ions négatifs, au moins pour ceux n'ayant pas aggloméré, comme dans l'air à la pression ordinaire, ainsi que l'a montré M. Langevin, des molécules gazeuses autour d'eux. Pour les ions positifs, le rapport est sensiblement le même que dans l'électrolyse, alors

qu'il est environ 2.000 fois plus grand pour les ions négatifs.

Quant à la valeur absolue des charges, elle est déterminée par le compte du nombre de noyaux de condensation dans une atmosphère sursaturée d'humidité, dans laquelle on produit une détente. La vitesse de chute des gouttes donne leur grandeur, d'après les formules de Stokes, et leur nombre se déduit de la masse totale d'eau tombée. C'est par cette série d'expériences de l'auteur, de M. C.-T.-R. Wilson, de M. Becquerel, de M. Lenard, de M. Wiechert, de M. Kaufmann, d'autres physiciens encore, que l'on est parvenu à évaluer numériquement toutes les caractéristiques des gaz ionisés.

Les chapitres suivants traitent de la production des ions : par les solides incandescents, par les flammes, par les rayons X ou uraniques, par l'électrode ou l'arc électrique, ainsi que des effets photoélectriques, révélés par Hertz, et qui parurent longtemps si mystérieux. Depuis l'époque de ces découvertes, qui déconcertèrent si étrangement les physiciens, le chemin parcouru est immense. Mais que de travail et que de surprises dans ces deux décades, fructueuses entre toutes, de découvertes ininterrompues!

Dans chacun des chapitres dont nous avons rapidement indiqué les titres, l'auteur ne se borne pas à considérer les agents particuliers de production des ions comme limités à cette fonction. Il existe peu d'exposés plus profonds de nos connaissances sur l'électrode ou sur l'arc que ceux que nous donne M. J.-J. Thomson.

Le point de départ de toute cette science nouvelle était la décharge dans les gaz raréfiés. Ce phénomène en est aussi le terme, et l'auteur lui consacre plusieurs chapitres qui sont comme le couronnement de l'édifice dans lequel il nous a introduits. Enfin, les derniers paragraphes font pressentir cette conception révolutionnaire de la masse uniquement électrodynamique et pour ainsi dire fonction de la vitesse, devenue rapidement une notion presque courante, tant nous sommes habitués à ne nous étonner de rien.

On savait, il y a quelque quinze ans, que l'étude des décharges électriques dans les gaz nous réservait d'extraordinaires surprises; mais nul n'eût pu prévoir, alors, que leur théorie arriverait à rendre chancelants les principes de la Mécanique, qui semblaient indestructibles, après avoir subi l'épreuve de deux siècles de contrôle. C'est là cependant ce qui est arrivé, et c'est dans cette direction que s'exercent aujourd'hui les efforts d'un groupe de physiciens dont les travaux sont suivis avec un intérêt qui confine à l'anxiété.

CH.-ED. GUILLAUME,
Directeur-adjoint
au Bureau international des Poids et Mesures.

Rauter (Gustave). — *Die Betriebsmittel der chemischen Technik.* (LES APPAREILS EMPLOYÉS DANS LA TECHNIQUE CHIMIQUE.) *Tome I de la Bibliothek des Betriebsleiters.* — 1 vol. in-8 de 534 pages, avec 617 fig. Prix : 16 fr. 25.) Max Jänecke, éditeur, Osterstrasse, Hanovre, 1903.

Dans les ouvrages de Chimie technique, il n'est généralement question que d'une façon accessoire des appareils employés à l'exécution des réactions. Ceux-ci prennent cependant une importance de jour en jour plus considérable, et leur étude constitue une branche de la Technologie qui mérite aujourd'hui d'être traitée à part d'une façon systématique. C'est la tâche qu'a entreprise M. Gustave Rauter dans le volume qu'il vient de publier et qui forme le tome I d'une *Bibliothek des Betriebsleiters* spécialement consacrée à ces sujets.

Au premier rang des agents qui assurent la mise en œuvre des processus chimiques se trouve d'abord le *personnel ouvrier*, auquel l'auteur consacre son premier chapitre. Il y aborde également la question des *mesures* et des *systèmes de mesures* qui ont une grande importance dans la technique.

Puis intervient la question des *constructions*; il est rare que des industries chimiques s'établissent dans des bâtiments déjà édifiés; elles exigent, en général, des locaux spécialement construits pour le but qu'elles se proposent, ou, sinon, elles introduisent dans les premiers des modifications importantes. C'est l'occasion pour l'auteur de parler des matériaux pierre, béton, ciment armé, métaux, bois, des fondations et des toits, de la protection contre l'incendie, contre l'humidité, de l'alimentation en eau, de l'aération, du chauffage et de l'éclairage.

Les *appareils à feu* (chaudières, fours) constituent ensuite un groupe assez important d'appareils d'un usage général. Ils ont pour but de produire de la chaleur par la combustion du charbon principalement, mais aussi de certains liquides (pétrole, alcool, etc.) ou gaz. L'emploi de cette chaleur au chauffage direct dans des fours, ou à la production de vapeur dans des chaudières, ou à la dessiccation dans des appareils spéciaux, ou à la vaporisation sous pression réduite, est successivement envisagé, ainsi que la surveillance des appareils à feu et la question de la récupération des chaleurs perdues.

Mais ce sont les *machines* qui jouent le rôle le plus important dans l'industrie, et elles occupent, en effet, près de la moitié de l'ouvrage. Voici d'abord les machines destinées à la production de l'énergie, qui se répartissent en machines à vapeur, machines à combustion interne, machines à vent ou à eau et machines électriques; puis les machines de *travail* proprement dites: transmissions, machines frigorifiques, compresseurs, pompes pneumatiques, souffleries, pompes diverses, appareils pour l'élévation ou le transport des produits, appareils de pulvérisation, de mélange, etc.

Aux machines se rattachent étroitement un groupe d'objets divers: vases, tubes, soupapes, robinets, etc., d'un emploi courant.

Enfin, l'ouvrage se termine par la description des *appareils propres à l'industrie chimique*; ce sont les tours de réaction et de condensation, les appareils de distillation et réfrigérants, les diffuseurs, les filtres et filtres-presses, les presses hydrauliques, les appareils de cristallisation et les appareils électrolytiques, pour ne citer que les plus importants.

Pour la rédaction de cet ouvrage, qui exigeait des compétences diverses, l'auteur, rompu lui-même aux opérations de la technique chimique, s'est assuré le concours de l'ingénieur Schwanecke, qui a revu toute la partie mécanique proprement dite. Les figures, nombreuses et claires, ont été presque toutes dessinées spécialement pour le livre, de façon à réaliser l'unité du texte et de l'illustration. Le volume constitue donc une mine de renseignements précieuse pour les directeurs d'industries chimiques.

L. B.

3^e Sciences naturelles

De Lapparent (A.). — *Traité de Géologie.* 5^e édition refondue et considérablement augmentée. — 4 vol. de xvi-2015 pages, avec 883 figures. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1906.

L'apparition d'une nouvelle édition du célèbre traité dont M. de Lapparent dota pour la première fois la Géologie de notre pays en 1882, est toujours un véritable événement pour tous ceux qu'intéressent les progrès de la science de la Terre et qui prennent souci du rang, du reste si honorable, qu'occupe dans le Monde l'Ecole géologique française. Aussi bien ce traité, en quelque sorte national, dépasse-t-il de beaucoup le cadre ordinaire des ouvrages du même genre publiés sur la nature; pour les travailleurs isolés, il remplace toute une bibliothèque; aux élèves, il fournit un cadre didactique de premier ordre; pour les professeurs, il constitue la source précieuse à laquelle s'alimente leur érudition sans jamais l'épuiser et dont ils désespèrent souvent de surpasser l'abondance; enfin, pour tous les savants, c'est un guide sûr et précis qu'ils ont

coutume de consulter sans cesse quand il s'agit de l'orientation de leurs recherches et de leurs travaux. Nous ajouterons que la documentation en est scrupuleusement complète et impartiale et qu'on n'y a pas à déplorer, comme dans certains ouvrages récents, la tendance d'attribuer dans le développement de nos connaissances le rôle principal à l'influence exclusive d'une École ou de quelques savants particulièrement sympathiques à l'auteur.

La cinquième édition de ce beau livre, que nous serions heureux de saluer de nos vœux de succès si la réputation mondiale dont il jouit déjà ne les rendait superflus, mérite tout spécialement d'être signalée. De profondes et heureuses modifications, dont quelques-unes ont une grande portée, y ont été introduites, et l'on ne sait ce qu'on doit le plus admirer, du labeur prodigieux qu'a dû coûter la mise à jour de tant de chapitres spéciaux et variés, de l'ordonnance claire et lumineuse avec laquelle tant de matériaux ont été mis en œuvre ou de l'habileté avec laquelle ont pu être condensés, sans nuire à la clarté de l'exposition, les innombrables détails et les conquêtes nouvelles d'une science sans cesse en progrès. Le maître infatigable qui a su mener à bien les éditions successives des belles « Leçons de Géographie physique » et du « Traité de Minéralogie » s'est ici surpassé, et l'on sent bien qu'en donnant tous ses soins à cette œuvre il s'est plu à se monvoir dans son domaine de prédilection. L'effort de rajeunissement dont témoigne cette édition paraîtra, du reste, pleinement justifié à ceux qui ont suivi la marche rapide des découvertes géologiques et la transformation qu'ont subie depuis peu d'années un certain nombre de doctrines fondamentales de notre science, en particulier celles qui concernent l'orogénie, et qui procèdent de la Tectonique, branche toute récente, mais déjà féconde et brillamment développée, de la Géologie.

La PREMIÈRE PARTIE, consacrée aux *Phénomènes actuels* et qui avait été notablement accrue dans les précédentes éditions, a reçu, outre une foule de rectifications et d'additions de détail sur l'aplatissement, sur le surcreusement glaciaire, sur les banquises, le tunnel du Simplon, etc.), des compléments relatifs aux anomalies de la pesanteur et à leurs rapports avec les dislocations (d'après les travaux de l'auteur, de MM. Jean Collet, Tisco, etc.), aux récentes éruptions des Antilles, etc. Le chapitre concernant la *Sismologie* a fait l'objet d'un remaniement complet et a été mis au courant des derniers et si remarquables perfectionnements réalisés depuis peu par la technique dans la construction des sismographes, ainsi que des résultats positifs obtenus par l'organisation internationale des observations sismiques, dans un domaine encore incertain et problématique entre tous. Ce premier volume ainsi complété forme un traité de Géographie physique à la fois si complet, si harmonieux et si bien équilibré, qu'on ose à peine exprimer le regret que les nouvelles données acquises depuis dix ans sur les variations des glaciers français et la Glaciologie¹, ainsi que les progrès accomplis par l'Hydrologie souterraine dans ses rapports avec la Spéléologie, n'aient pu être pas été pris en suffisante considération.

Dans la DEUXIÈME PARTIE, plusieurs chapitres ont été considérablement et heureusement modifiés, et l'ensemble a été l'objet d'une refonte qui a surtout porté sur la description des formations stratifiées, dont l'exposé magistral est bien près de la perfection.

Le LIVRE PREMIER, traitant des notions fondamentales sur la composition de l'Écorce terrestre, et en particulier de la Lithologie, a subi quelques changements et des additions intéressantes. Les roches éruptives, notamment, ont été groupées en *familles* d'après les vues des pétrographes les plus autorisés, et le tableau résumant leur classification a été refait en conséquence d'une

façon très heureuse et en harmonie avec les principes admis par la plupart des spécialistes, quoique l'importance des éléments colorés et ferromagnésiens y joue peut-être un rôle trop effacé. En outre, des considérations d'un haut intérêt sur la composition des magmas éruptifs et la récente utilisation de ces données en Pétrographie, sur l'interprétation des analyses chimiques des roches, sur la méthode Michel-Lévy pour la notation et la représentation graphique des principaux types éruptifs, sur les recherches de MM. Becke, Broegger, Hldings, etc.), ont été introduites, constituant ainsi un ensemble nouveau en amélioration considérable sur les éditions précédentes. Peut-être la « protogène » de l'Oisans (granite du Pelvoux) aurait-elle dû être plus nettement séparée de celle du Mont-Blanc, d'un type si différent, et la structure microscopique des roches sédimentaires, en particulier des roches zoogènes, aurait-elle pu être exposée avec plus de détails, si l'on n'avait craint, sans doute, d'étendre démesurément l'ouvrage déjà très volumineux.

La description des formations sédimentaires fait l'objet du LIVRE DEUXIÈME ; on y remarque d'excellentes innovations et une homogénéité plus grande que dans l'édition précédente, dans laquelle l'auteur s'était, on se le rappelle, imposé l'obligation de prendre, pour base des descriptions, la division des terrains en *étages*, au lieu de tout subordonner à leurs groupements en *systèmes*. Ce mode d'exposition, très suggestif, qui n'avait encore été suivi dans aucun ouvrage d'ensemble, offre, malgré certaines difficultés d'application², d'incontestables et grands avantages au point de vue de la géographie ancienne du globe et de ses variations successives. Les étages se trouvaient parfois insuffisamment caractérisés et, à diverses reprises, faute de données suffisamment sûres, il était arrivé de réunir deux étages dans une même description. Cette fois, — malgré leur groupement théorique en systèmes et séries, qui forme le cadre nécessaire, conservé par l'auteur, — tous ont été séparés, et l'étude de chacun d'eux est précédée d'un exposé succinct, mais remarquablement *instructif*, des conditions de l'époque ainsi que de ses divisions paléontologiques. On admirera aussi dans ce livre deuxième l'abondance des détails stratigraphiques concernant les régions extra-européennes.

Tant d'acquisitions nouvelles entraînaient forcément une refonte des *esquisses paléogéographiques* de l'édition de 1900. M. de Lapparent ne les avait, d'ailleurs, présentées alors que comme de simples ébauches. Sans doute, sous leur forme présente, elles gardent le caractère d'esquisses provisoires, et il semble que, pour beaucoup d'entre elles, il n'ait pas toujours été tenu un compte suffisant des *déductions* postérieures qui parfois donnent une idée inexacte de la forme et de l'étendue des terres anciennes. Néanmoins, le nombre des données sur lesquelles le tracé des mers anciennes a été basé s'est beaucoup accru et la partie hypothétique des contours est devenue beaucoup moins incertaine.

À cette occasion, « l'auteur a pensé que le moment était venu d'inaugurer l'emploi d'un canevas géographique mieux approprié aux besoins de la Géologie. Jusque-là, la projection de Mercator avait été seule utilisée pour les essais de Paléogéographie ; mais ce mode de représentation, excellent pour les marins, convient très mal aux géologues. M. de Lapparent a donc fait choix d'un mode de perspective, déjà réalisé dans l'Atlas physique de Berghaus, et où le globe est partagé en deux moitiés par un plan parallèle à l'horizon de l'Europe centrale. La terre ferme presque tout

¹ Voir le bel et savant ouvrage que M. Hess vient de consacrer à la Science des glaciers.

² Il existe, en effet, dans beaucoup de régions des formations « comprehensives » ou datées d'une façon trop peu précise pour être attribuées à un étage déterminé plutôt qu'à un groupe d'étages et qu'il est assez malaisé de faire rentrer dans un cadre aussi précis que celui qu'a adopté M. de Lapparent.

entière se trouve ainsi concentrée dans un seul hémisphère, auquel il suffit d'ajouter deux croissants symétriques, pour représenter l'Australie et la partie méridionale de l'Amérique du Sud.

La place ainsi occupée par le pôle Nord met mieux en évidence la disposition circulaire que les terres ont de tout temps affectée autour de ce point, la permanence de la mer arctique à travers les âges, ainsi que l'apparition, dès la période cambrienne, d'une ébauche de la « Méditerranée centrale », de la *Tethys* de M. Suess.

Il y a lieu de signaler, en outre, dans la description des *Schistes cristallins*, la part plus grande faite aux influences métamorphiques et la mention des « trois séries cristallophylliennes » définies récemment par M. Termier, dont l'existence restreint encore le nombre des formations cristallophylliennes véritablement archéennes et précambriennes, dont l'auteur détache en particulier les « Schistes lustrés » et les « Schistes de Gasama » des Alpes occidentales. Deux profils du massif du Simplon, dont l'un tiré des études récentes de M. Schardt, ont été introduits à ce propos. Si le chapitre de l'Archéen a été refait, la description des terrains cambrien, silurien et dévonien s'est accrue d'une quinzaine de pages (cartes de la France cambrienne et ordovicienne, additions relatives au Paléozoïque des régions exotiques diverses, division du Dévonien en Eodévonien, Mésodévonien et Néodévonien, etc.). Les chapitres relatifs au Carbonifère ont à lui seul augmenté de quinze pages et de dix figures. Nous remarquons : la prise en considération, à propos de la flore houillère, des plus récents progrès de la Paléontologie végétale, la mention des gneiss permo-carbonifères des Alpes et des considérations sur l'absence du Stéphanien dans la Grande-Bretagne. L'auteur a cherché, en outre, à donner une idée suffisante de la constitution de tous les bassins houillers, non seulement en Europe (Angleterre), mais aussi en Amérique. Sous ce rapport, l'utilité de l'ouvrage, pour les ingénieurs et les exploitants de mines, se trouve grandement accrue. Il a été tenu compte de l'action des microorganismes dans la formation de la Houille et aussi de la signification des fossiles marins, signalés par MM. Douvillé et Zeiller avec des empreintes végétales dans les nœuds de fer carbonaté du Houiller de Lancashire.

Les améliorations apportées aux chapitres du Permien (Permien des Alpes occidentales et de l'Amérique du Nord, Permien exotique), du Trias (divisé en 3 : éotriasique, mésotriasique et néotriasique) et du Jurassique ont produit une augmentation de quinze pages. De la même façon, la part des terrains crétacés s'est accrue de vingt-cinq et celle des terrains tertiaires de quinze pages. Les principales modifications portent sur le Trias des Alpes occidentales, l'Helvetanien alpin, la séparation des étages Sinémurien et Helvetanien, l'Allovién et l'Oxfordien, le Séquanien et le Kimmeridgien; on remarque de nouvelles données sur les calcaires de l'Echailon, sur les Rudistes néo-jurassiques (d'après M. Paquier), sur le Malm des Alpes françaises et suisses (Grison), sur le Portlandien asiatique, le Portlandien continental des Etats-Unis, etc., etc. On regrette l'absence de renseignements sur le Bajocien des Alpes-Maritimes, et on peut se demander pourquoi les Schistes lustrés des Alpes ont trouvé place dans le chapitre consacré au Toarcien plutôt que dans un autre. Enfin, le Purbeckien est cité dans les Beauges, probablement par suite d'une légère confusion, le Mont-du-Chat, que l'auteur a sans doute en vue, ne faisant pas, malgré sa proximité, partie de ce massif.

La zone à *Hoplites Boissieri* Bernissart a été, conformément à une opinion que nous avons toujours soutenue, rattachée au Crétacé comme équivalent du « Marbre bâlard », ainsi que son représentant russe, l'horizon de Rjasan, tandis que le Purbeckien a été très judicieusement maintenu au sommet du système jurassique, ainsi qu'une partie du Wealdien allemand ?.

Les « Calcaires à Ciment de la Porte de France », qui renferment cependant une faune bernissartienne, figurent dans le Portlandien. Nous remarquons aussi de nombreuses et utiles additions relatives aux faunes de Rudistes des divers étages éocénés, au Néocomien du Diois, de l'Echailon, du Languedoc, de la Suisse, du Caucase, de l'Allemagne du Nord, d'après les importants travaux de M. von Koenen, une indication sur l'extension de cet étage dans le bassin de la Vistule, de nouveaux détails sur l'Infra crétacé continental de Bernissart, sur le Crétacé inférieur de l'Algérie, du Sahara et de diverses autres régions, notamment des contrées arctiques, sur le Gault et la mer cenomanienne du Sud-Est (d'après M. Jacob). Le rattachement à l'Aptien des couches de Fredericksburg (Texas), alors que les sables de Trinity sont placés dans le Barrémien, ne paraît pas définitif. (Les couches de Trinity, renfermant l'*Hoplites furcatus*, nous semblent en effet devoir représenter le sommet de l'Aptien.)

Dans le système éocène, des données nouvelles ont été ajoutées, en particulier sur l'Eocène anglais et celui de diverses régions lointaines; le Thanétien et le Sparnacien ont été réunis comme subdivision de l'étage Landénien de Dumont. A la suite des différents travaux dus à MM. Haug, Douvillé, etc., sur les formations nummulitiques, le Bartonien s'est accru d'une partie des assises qui formaient l'ancien étage Ludien, notamment de la presque totalité des masses inférieures du Gypse parisien, tandis que les masses supérieures du Gypse figurent avec le Sannoisien dans le système oligocène. — Cette dernière série, dont l'auteur a détaché l'Aquitainien, se trouve donc réduite aux deux étages Tongrien et Stampien; il en résulte, peut-il sembler, un défaut de proportions entre les séries éocène, oligocène et miocène. Enfin, on a fait ressortir plus que par le passé l'importance des zones basées sur les Foraminifères, et les passages sur le Nummulitique ont été revisés conformément aux plus récents progrès de la Géologie alpine. Le rattachement de l'étage Aquitainien à la série miocène, basé sur la transgressivité de la mer à *Lepidocyclus* dans diverses contrées, paraît discutable à certains esprits; on peut opposer, en effet, à cet argument la *regression* dont témoigne l'établissement et l'accentuation du régime lacustre à cette époque dans une grande partie de l'Europe et qui constitue la dernière phase du cycle sédimentaire oligocène précédant la transgression burdigalienne, ainsi que le caractère de la faune vertébréologique aquitainienne à *Anthracotherium*. Dans la série miocène, l'Helvétien et le Tortonien ont été très heureusement réunis en un étage Vindobonien (Dépéret). Les conglomérats de Gournbesville sont rattachés au Miocène; les couches à Congéries de Bollène au Pliocène.

Le chapitre relatif au Pléistocène s'est accru de nouvelles figures et de détails concernant le Quaternaire du Nord; mais on aurait aimé voir accorder plus de développement aux paragraphes relatifs aux dépôts fluvioglaciers alpins, si magistralement interprétés par MM. Penck et Brückner dans une brillante et récente synthèse. Le problème si important de la formation des terrasses aurait gagné à être plus nettement posé dans ses rapports, encore obscurs, avec les mouvements eustatiques des mers et les glaciations successives.

Le LIVRE TROISIÈME (Formations d'origine interne ou éruptives a reçu également quelques additions notables, parmi lesquelles il convient de citer celles qui ont trait au dynamométamorphisme (d'après M. Termier), au volcanisme et aux éruptions modernes (avec quelques nouvelles figures empruntées à M. Lacroix), ainsi qu'à l'endomorphisme. Quelques améliorations, inspirées surtout par les travaux de M. de Launay, ont été apportées aux chapitres sur les caractères généraux des gîtes métallifères, sur le « chapeau de fer », les gîtes calaminaires, les zones de cémentation, etc., etc.

C'est le QUATRIÈME LIVRE, consacré à l'Orogénie et aux théories géologiques, qui a subi les plus profonds et les plus intéressants remaniements et qui constitue la

partie la plus neuve et la plus originale de cette édition. Profitant des grandioses et si attachantes conceptions qui, sous l'influence de M. Suess et de M. Marcel Bertrand, ont inspiré depuis quinze ans, notamment aux géologues de langue française, une série de travaux remarquables sur la tectonique des régions montagneuses et la genèse de la chaîne alpine, l'auteur a donné tous ses soins à cette partie de son œuvre. D'intéressantes pages sur la théorie des dislocations terrestres, sur les géosynclinaux, dont la première notion est attribuée avec raison à James Hall et non à Dana, et dont les recherches de M. Haug ont montré le fonctionnement pendant les temps géologiques, des considérations sur les brachytectoniques, les dômes, la direction des accidents tectoniques, ont trouvé place dans cette nouvelle édition, ainsi qu'une interprétation de la structure des Alpes orientales (d'après MM. Termier, Haug, Lugeon¹, etc.) et des Karpathes; nous citerons aussi des indications sur les chevauchements constatés dans les Pyrénées. La description de la région jurassienne a été refondue de façon à être plus au courant des idées actuelles.

De nombreuses figures ont été ajoutées aux anciennes; parmi ces dernières, on regrettera cependant que certaines coupes des chaînes subalpines (pp. 1866, 1602), empruntées à Ch. Lory et où figurent des *baillés* dont la disposition et le rôle ne sont plus en rapport avec les faits d'observation, n'aient pas été supprimées, rectifiées ou remplacées. Enfin, une *Synthèse des Alpes*, s'inspirant des plus récentes et des plus hardies conceptions des tectoniques, est brillamment esquissée dans un chapitre spécial, mais avec toutes les réserves si nécessaires lorsqu'il s'agit de spéculations encore hypothétiques.

La conception d'un continent pacifique, émise par M. Haug, est discutée; à citer encore l'histoire du *Pacifique*, celle de la dépression méditerranéenne, reconstituées à l'aide d'esquisses paléogéographiques successives. Ajoutons encore, comme nouveautés de cette 5^e édition, des considérations théoriques intéressantes sur la localisation des discordances, la durée des mouvements orogéniques, la dissymétrie des zones de plissement et la formation des plis en profondeur.

S'il est permis d'ajouter, à l'expression de notre sincère admiration pour l'œuvre vraiment gigantesque que nous venons d'analyser, l'énormité de quelques *desiderata* suggérés par la lecture de ce beau livre, nous dirons encore que nous aurions aimé à y trouver un tableau de synchronisme des assises pléistocènes. Nous savons combien il est encore actuellement difficile de réaliser un tel travail, mais on nous permettra de regretter que le maître expérimenté qu'est M. de Lapparent n'ait pas tenté de présenter tout au moins un essai de parallélisme, sinon de synchronisme, des phénomènes si divers dont l'époque quaternaire a été le théâtre; il aurait ainsi rendu à ses lecteurs un nouveau service après tant d'autres.

Il y a lieu, enfin, de signaler encore les soins donnés au *Lexique alphabétique*, si utile pour faciliter les recherches et qui comprend maintenant environ 6.200 noms et 22.000 renvois de pages. Enfin, le souci qu'a toujours eu l'auteur d'indiquer les sources originales auxquelles il avait puisé se traduit, cette fois par un total de *six mille* références bibliographiques particulièrement précieuses aux travailleurs.

¹ On nous pardonnera de rappeler à cette occasion que la notion du rôle joué par les « plis » en retour « dans la structure en éventail des Alpes occidentales, attribuée par M. de Lapparent à M. Lugeon, a été en réalité introduite en 1900 par l'auteur de ce compte rendu, puis reprise et légèrement modifiée en 1905 par M. Lugeon.

Rien n'a été négligé pour assurer le bon aspect de cette édition, où le nombre des figures entièrement nouvelles ou redessinées exprès atteint juste la centaine sur un total de 883.

W. KILIAN,
Professeur de Géologie
à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

4° Sciences médicales

Leroy (Dr Eugène-Bernard). — *Le Langage. Essai sur la psychologie normale et pathologique de cette fonction.* — 1 vol. in-8° de 293 pages, de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine. (Prix : 5 fr. Felix Alcan, éditeur, Paris, 1906.

De toutes les fonctions humaines, la « fonction du langage » est une des plus importantes. La psychologie du langage embrasse aujourd'hui presque toute l'étude de ces chapitres philosophiques qu'on appelait autrefois l'intelligence, l'entendement, la logique; c'est aussi l'analyse des phénomènes d'automatisme verbal et du mécanisme de l'expression des émotions, des sentiments.

Le Dr Leroy n'a pas entrepris l'étude complète de la psychologie du langage, sujet trop vaste, presque illimité.

Son ouvrage se divise en quatre parties, consacrées respectivement aux *signes du langage*, à la *perception du langage*, à l'*émission du langage*, aux *représentations verbales normales* (langage intérieur) et aux *hallucinations verbales*. S'il ne s'agit pas d'un traité didactique, l'ensemble de ce travail forme cependant un tout homogène, dont les chapitres sont reliés par les mêmes idées directrices.

L'auteur nous fait saisir les relations étroites qui unissent les systèmes verbaux d'images auditives et les systèmes verbaux d'images kinesthésiques, la parole entendue et la parole répétée, la parole intérieure et l'articulation intérieure. On comprend aussitôt la prépondérance du langage oral, et comment les langages écrits, quels qu'ils soient, n'arrivent pas à se suffire à eux-mêmes.

D'un intérêt beaucoup plus général pour la psychologie est la question des rapports de la fonction du langage avec l'ensemble des phénomènes psychiques.

À première vue, le langage semble ne correspondre qu'à une seule des fonctions mentales, l'intelligence, et plus spécialement aux manifestations intellectuelles que le sujet désire extérioriser; c'est, en effet, l'idée qu'a consacrée cette formule courante : la parole a été donnée à l'homme pour exprimer sa pensée.

Rien de plus juste; mais cette conception est trop étroite. Le langage serait ainsi quelque chose de surajouté et de relativement indépendant, une fonction de luxe, presque un art d'agrément. La vérité est que l'intelligence et le langage sont unis de façon indissoluble; celui-ci n'est rien sans celle-là. L'auteur s'est efforcé de montrer comment, chez chaque individu pris en particulier, le langage est forcément relié à tout le mécanisme psychologique. L'union intime qui existe entre la parole perçue et la parole répétée introduit dans la perception même une réaction de l'organisme. Une conception essentielle de la perception verbale est la préexistence de l'idée, c'est-à-dire de notions déjà élaborées; à cette influence de l'idée s'ajoute l'influence d'une réaction totale de la personnalité, faisant de toute perception verbale une œuvre vraiment individuelle.

On voit ainsi dans quel esprit est conçue l'étude de M. E. B. Leroy, et comment elle saura intéresser, non seulement les médecins, mais aussi les philosophes, et tous ceux qui sont curieux de connaître le mécanisme intime de la pensée.

Dr HENRY MEIGÉ.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Janvier 1906.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de Sir John Burdon Sanderson, Correspondant pour la section de Médecine et Chirurgie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard a étudié certains systèmes de cercles et de sphères qui se présentent dans la déformation des quadriques. — M. Gambier communique ses recherches sur les équations différentielles du second ordre dont l'intégrale générale est uniforme.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. de Watteville a obtenu, à l'aide d'un spectrographe en quartz, un spectre de mercure qui se compose de la seule raie 2536, 72. Les sels employés ont été le cyanure, l'acétate et le nitrate, dissous dans l'eau et pulvérisés dans une flamme de gaz. — M. André Broca a déterminé la durée de la décharge dans un tube à rayons X. Pour des étincelles équivalentes allant jusqu'à 10 centimètres, elle est sensiblement constante et égale à 0,0005. — M^{me} S. Curie a constaté que l'intensité du rayonnement du polonium diminue en fonction du temps suivant une loi exponentielle simple; cette diminution est de moitié en un temps égal à cent quarante jours. Le radiotellure est identique au polonium, ayant la même diminution. — M. C. Matignon a déterminé les chaleurs de formation des sulfates des métaux rares à partir de l'acide et de l'oxyde générateurs; la fonction basique s'affaiblit du lanthane au samarium; à mesure que la masse atomique de l'élément métallique augmente. — M. F. Bodroux indique une méthode de préparation rapide de l'acide iodhydrique. Un poids égal d'iode est transformé en iodure de Ba; un poids égal est ajouté à la solution de ce dernier, dans laquelle on fait passer SO₂ jusqu'à décoloration. On a : BaI² + I² + SO₂ + 2H₂O = BaSO₄ + 4HI. — M. O. Hönigschmid : Sur un alliage de thorium et d'aluminium (voir p. 159).

— M. L. Ouvrard a obtenu, avec les borates de baryum et de strontium, des combinaisons halogénées 5BrO₃, 3BaO.BrCl et 5BrO₃.3SrO.SrCl². — M. G. Blanc a préparé, par réduction de l'éther β-campholytique, l'alcool β-campholytique, Eb. 197°, et l'alcool β-dihydrocampholytique, Eb. 198°. L'alcool α-campholytique bout à 200°. — M. A. Fernbach rappelle qu'il a déjà fait ressortir la grande influence de la réaction du milieu sur l'activité des diastases. Pour lui, l'optima dans l'action de l'extrait de malt sur l'amidon est la neutralité exacte à l'hélianthine. — M. J. Lefèvre a constaté que les plantules en inanition de CO₂ ne se développent en sol acide que si elles sont placées à la lumière. La synthèse des amides apparaît ainsi comme un travail chlorophyllien. — M. M. Berthelot a étudié les composés alcalins insolubles contenus dans les végétaux vivants. Les feuilles de chêne fraîches, après traitement chlorhydrique, ne retiennent pas de potasse insoluble; mais elles renferment encore un acide susceptible de précipiter les sels de potassium. Ce double caractère les distingue du charbon de bois. — M. M. Nicloux : Sur le dosage du chloroforme avant, pendant et après l'anesthésie déclarée (voir p. 156).

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. P. Ancel et P. Bouin ont constaté que les injections d'extraits de glande interstitielle du testicule faites à de jeunes cobayes castrés activent leur croissance, qui se rapproche de la normale. — MM. Variot et Chaumet communiquent des tables de croissance dressées en 1905 d'après les mensurations de 4.400 enfants parisiens de un à quinze

ans. — M. P. Bonnier : Conditions physiologiques de l'enseignement oral (voir p. 156). — M. Y. Delage signale la capture d'un cachalot du genre *Kogia* Gray sur les côtes de la Manche, à Roscoff, le 27 décembre. Jusqu'ici, on n'avait jamais rencontré cette espèce, d'ailleurs très rare, dans les mers d'Europe. — M. R. Anthony propose d'établir trois genres dans la famille des *Bradypodidae* : Paresseux : le genre *Choloepus* Illig, le genre *Bradypus* Linné (*Arctophilerus* de Gray), et le genre *Hemibradypus*, nouveau, auquel doit être rattaché le *Bradypus torquatus*. — M. A. Bonnet communique ses recherches anatomiques et histologiques sur l'aire poreuse, l'œil et les glandes venimeuses des Ixodes. Ces dernières sont caractérisées par des émissions nucléaires dans la période d'activité. — MM. J. Kunstler et Ch. Gineste ont reconnu que certains Flagellés et Ciliés offrent une constitution fondamentale à peu près analogue, tandis que les connexions réciproques de leurs diverses parties ne varient pas beaucoup. — M. N. Jacobesco a étudié un nouveau champignon parasite qui produit le chancre du tilleul en Valachie. C'est un Ascomycète du groupe des Sphaeriacees, auquel il donne le nom de *Trematovalsa Matruchoti*. — M. W. Kilian a déterminé la faune d'Ammonites néocénocènes recueillie par l'expédition antarctique suédoise; elle est caractérisée par le grand développement des espèces du groupe *Holcodiscus*. Le type indopacifique du Crétacé supérieur s'étend jusqu'aux contrées antarctiques. — M. Ph. Négris a recherché l'origine de la nappe de charriage du Peloponèse; il pense qu'elle provient de l'espace compris entre les montagnes d'Achaïe et la chaîne du Parnasse et de l'Hellikon.

Séance du 5 Février 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Holmgren présente ses recherches sur un problème du calcul des variations. — M. A. Korn indique la solution générale du problème d'équilibre dans la théorie de l'élasticité, dans le cas où les déplacements des points de la surface sont donnés. — M. P. Duhamel étudie la distribution des températures dans les quasi-ondes de choc. Si le coefficient de conductibilité est une quantité très petite, la quasi-onde peut être et est, en général, une quasi-surface de discontinuité pour la température; dans le cas contraire, au travers de la quasi-onde, la température ne peut éprouver que de très petites variations. — M. E. Maubant communique les éléments provisoires de la comète 1906 a. — M. J. Guillaume adresse ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1905. L'aire totale des taches a considérablement augmenté; celle des facules a diminué. — M. P. Helbronner donne quelques résultats de la triangulation du massif Pelvoux-Ecrins. Les cotes de la plupart des sommets sont sensiblement modifiées.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. D. Eginitis communique le résultat des observations magnétiques faites à l'Observatoire d'Athènes pendant les années 1900-1903. La déclinaison, les composantes horizontale, verticale, Nord et Ouest, et la force totale présentent une double oscillation diurne. — MM. Ch. Moureu et I. Lazennec, en condensant les nitriles acétyléniques avec les alcools en présence de KOH alcoolique, ont obtenu les nitriles acryliques β-substitués β-oxalcoylés. Ceux de la série aromatique sont dédoublés par l'acide sulfurique avec formation de cyanacétylphénone. — M. H. Duval, en réduisant l'azodiaminodiphénylméthane par SnCl₄, a obtenu le tétramodiphényl-

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Janvier 1906.

méthane. La réduction par la poudre de Zn donne, au contraire, la paradiaminoacridine, F. 284°. — M. P. Freundler, en condensant l'iodure d'hexahydrobenzylmagnésium avec l'aldéhyde acétique, puis oxydant par le mélange chromique l'alcool secondaire obtenu, a préparé la cyclohexylacétone $C_6H_9.CH_2.CO.CH_3$, Eb. 197°. — MM. A. Haller et F. March ont déterminé les pouvoirs rotatoires des hexahydrobenzylidène- et oenanthyldénecampbres et de leurs dérivés saturés correspondants et les ont comparés aux mêmes pouvoirs des benzylidène- et benzylcampbres. Les pouvoirs rotatoires des nouveaux composés sont de beaucoup inférieurs à ceux des combinaisons benzéniques correspondantes; c'est donc le caractère non saturé du noyau benzénique qui produit l'élévation du pouvoir rotatoire. — M. M. Berthelot a constaté que les composés insolubles du potassium et les acides qui les engendrent existent surtout dans les feuilles de chêne, de préférence au tronc (bois et écorce). — M. Th. Schloesing a reconnu, d'après des analyses d'eau de la Méditerranée prise près de Carthage, à mi-chemin entre Bizerte et Marseille et à Cetté, que la partie de cette mer comprise entre la France et l'Afrique est assez homogène. C'est vers le fond de la Méditerranée qu'ont lieu les grands apports de substance minérale. L'eau de la Méditerranée ne diffère guère de celle de l'Atlantique que par le degré de salure. — M. J. Dumont a constaté que les éléments sableux du sol n'exercent aucune action décomposante sur les carbonates alcalins; le kaolin réagit très faiblement; la silice, même desséchée, décompose à froid le carbonate de potassium; les hydrates de fer et d'aluminium réagissent très énergiquement. — M. L. Camus a observé que le sulfate d'hordenine entrave l'action de la pepsine, de la trypsine et de la présure, mais non celle de l'invertine, de la maltase et de la lipaséine. Il agit également comme antiseptique sur divers microbes.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Motz et Majewski ont constaté que les tumeurs épithéliales de la prostate sont formées soit de productions épithéliales alvéolaires (cancer alvéolaire), soit de productions plus ou moins alvéolaires, accompagnées ou précédées d'une néoformation de culs-de-sac glandulaires (adéno-carcinome ou adéno-épithéliome). La propagation ganglionnaire des tumeurs de la prostate est presque constante. — M. O. Laurent montre que l'arrériorité avec troubles sensitivo-moteurs peut être traitée avec succès par la trépanation large des deux sillons de Rolando. Celle-ci, avec ponctions ventriculaires, est aussi applicable, à titre palliatif, à certaines méningites chroniques graves. — M. J. Tissot a reconnu qu'il n'y a pas de rapport direct entre les proportions de chloroforme contenues dans le sang artériel et les effets qu'elles déterminent; ceux-ci dépendent des quantités de chloroforme que les lois de la diffusion permettent au sang artériel de céder aux centres nerveux. — M. P. Wintrebert signale, chez les Batraciens, le passage, à travers les ganglions spinaux, de faisceaux provenant des racines motrices et se rendant aux nerfs dorsaux. — MM. W. Kilian et P. Lory ont constaté l'existence de brèches calcaires et polygéniques dans les montagnes situées au sud-est du Mont-Blanc.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Janvier 1906.

M. R. Blanchard présente un Rapport sur un cas de mycétome d'origine aspergillaire observé en Tunisie chez une femme arabe par MM. Ch. Nicolle et Brunswic-Le Bihan. Le champignon pathogène a été cultivé et reconnu pour une moisissure banale, le *Sterigmatomyces nidulans*. De ce travail il résulte que certaines formes de mycétome ne sont qu'une variété d'aspergilliose. — L'Académie poursuit la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

M. E. Brumpt a observé, chez divers poissons d'eau douce, des espèces nouvelles de Trypanosomes, dont il décrit le mode d'évolution et de transmission; enfin, il a trouvé également un nouveau Trypanosome chez un crapaud du pays des Somalis. — M. L. Camus a étudié l'action de l'hordenine sur la circulation; à faible dose, le système pneumogastrique est excité; le ralentissement du cœur, l'augmentation des pulsations se produisent; avec une forte dose, le système pneumogastrique est supprimé: le cœur s'accélère, les pulsations diminuent d'amplitude. — M^{lle} A. Drzewina a observé que la dessalure plus ou moins accentuée de l'eau entraîne une disparition plus ou moins complète des leucocytes acidophiles du sang chez les Téléostéens marins. — M. Guerbet décrit une nouvelle méthode de séparation et de dosage des acides lactique et succinique basée sur le principe suivant: Si l'on sature à chaud une solution alcoolique des deux acides par l'eau de baryte, tout l'acide succinique précipite à l'état de succinate de baryte anhydre. — M. C. Cépède a trouvé chez les anguilles de mer une Myxosporidie nouvelle, qu'il décrit sous le nom de *Mysidium Gardi*. — M. A. Popovici-Bazosanu a constaté que l'hématozoaire qu'il a trouvé chez la *Testudo ibera* se propage par l'intermédiaire d'un Acarien, l'*Hyalomma syriacum*, dont cette tortue est infectée. — MM. J.-E. Abelous, A. Soulié et G. Toujan, par simple autoxydation à la lumière, ont constaté que les extraits surrénaux additionnés d'extraits de muscle renferment plus d'adrénaline que s'ils sont additionnés de la même quantité d'eau salée. — M. A. Brissemoret a reconnu que les corps qui contiennent une des cinq fonctions chimiques suivantes: carbure cyclique, phénol, quinine-péroxyde, sulfocarbimide, éther sulphydrique neutre, peuvent irriter la peau. — M. Quiry a isolé chez les syphilitiques un organisme polymorphe, se reproduisant par sporulation, et cultivable à l'état isolé sur des milieux renfermant des doses relativement fortes de mercure. — M. G. Froin a observé que, dans les hématomas, la désintégration très lente des globules rouges s'accompagne de la diapédèse d'un petit nombre de globules blancs. — MM. L. Nattan-Larrier et A. Brindeau ont constaté la présence du *Spirochaete pallida* dans le placenta syphilitique. — MM. M. Doyon, Cl. Gauthier et A. Morel ont reconnu que l'excision du foie peut déterminer chez la grenouille l'incogulabilité du sang et des accidents tétaniques. — M. E. Nicolas recherche l'indican dans l'urine en se basant sur le fait que l'indoxyle se combine aisément au furfural en présence des acides et donne un produit de condensation dont les solutions offrent une belle fluorescence verte. — M. Ch. Féré montre que l'influence du rythme sur le travail est variable et complexe. — MM. Ch. Féré et G. Tixier ont observé que l'élimination du bromure de potassium s'accroît à mesure que l'ingestion est plus abondante; elle diminue quand la dose baisse. L'organisme élimine d'autant plus rapidement l'iodure de potassium qu'il est moins étranger à cette médication. — MM. V. Wallich et C. Levaditi n'ont observé la présence de spirochètes dans le placenta que dans un cas où il y avait lésions syphilitiques évidentes et infection spirillaire chez le nouveau-né. — M. J. Tissot: Détermination des quantités de chloroforme dans le sang et les organes au cours de l'anesthésie chloroformique (voir p. 204). — M. M. Nieloux a constaté que tous les tissus renferment du chloroforme en quantité notable au moment de la mort à la suite d'anesthésie; parmi eux, le cerveau et surtout le bulbe et la moelle sont ceux qui en renferment le plus. — MM. A. Borrel et Et. Burnet préconisent, pour la coloration rapide des spirochètes syphilitiques, la méthode employée pour la coloration des cils: emploi de la fuclisine phéniquée

après mordantage au moyen d'une encre au tannin. — M. P. Wintrebert : Sur la distribution partielle des racines motrices aux ganglions spinaux chez les Batraciens (p. 240). — MM. J. Castaigne et M. Chiray ont constaté que les albumines hétérogènes que l'on introduit dans le tissu cellulaire sous-cutané passent en nature dans le torrent circulaire; mais elles ne font que le traverser sans être assimilées et sans jouer un rôle utile. Au cours de leur traversée sanguine, elles agissent comme un poison sur les albumines fixes, qui sont détruites en partie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Février 1906.

M. E.-H. Amagat : Sur la pression intérieure des fluides et l'équation de Clausius. M. Amagat étudie la relation bien connue de Clausius :

$$dq = Af v dt + \lambda(p + \pi_i) dv,$$

dans laquelle π_i , déduit des propriétés du viriel, a pour valeur :

$$\sum \frac{r^2 p(r)}{3v}.$$

Il montre que le terme $(p + \pi_i)$ est inacceptable, car on devrait avoir :

$$\lambda(p + \pi_i) = I, \quad \text{d'où} \quad \pi_i = T \frac{dp}{dt} - p.$$

Or, il résulte des calculs effectués par M. Amagat que $T \frac{dp}{dt} - p$, qu'on a appelé, de même que π_i , *pression intérieure*, est une fonction très différente de π_i , et que les valeurs numériques de ces fonctions dans les limites de ses calculs présentent des différences de plusieurs milliers d'atmosphères. M. Amagat attribue la raison de ce désaccord au fait d'avoir considéré comme nulle la différentielle partielle par rapport à v de l'énergie intramoléculaire et aussi de ne point s'être préoccupé de l'énergie de rotation des molécules. Il montre ensuite qu'on peut très simplement et sans faire d'hypothèses arriver à retrouver l'expression : $\pi_i = p_0(v_0/v) - p_0$ à laquelle il a été conduit par la théorie du viriel et qui lui a servi à faire ses calculs numériques; il arrive, par des considérations tout à fait élémentaires, à une figure sur laquelle se lisent de suite les principales expressions intéressant la théorie, et qui en montre facilement les lois. Comme conséquence de ces considérations, la relation de Clausius ne peut plus être mise, comme on le fait, sous forme :

$$dq = Af(v) dt + \frac{2}{3} AKT \frac{dv}{v},$$

de laquelle résulte que $\frac{1}{T}$ est le facteur rendant dq différentielle exacte, ce qui conduit de suite au principe Carnot-Clausius. La fonction π_i , par la définition même qui sert de base à son calcul, paraît tout indiquée comme pression intérieure à introduire dans l'équation d'état; c'est en procédant ainsi que M. Amagat est arrivé à représenter l'ensemble des données relatives à l'acide carbonique, tant l'état liquide que l'état gazeux, y compris l'état de saturation. Enfin, M. Amagat termine par quelques considérations relatives au cas où, pour l'étude des fluides, on admet la loi approximative de la constance du coefficient de pression pour un volume donné. — M. Pilleux fait remarquer que les calculs de Clausius ne pouvaient le conduire à des résultats exacts, parce qu'il considère uniquement des molécules traversant un plan idéal, sans tenir compte du trouble apporté par la présence d'une paroi solide sur laquelle les molécules rebondissent; si l'on en tient compte, l'expression de p_v relative aux gaz parfaits se trouve

notablement modifiée. En définitive, l'auteur pense que la formule $\lambda p = \frac{1}{3} M v^2$ devrait être remplacée par $\lambda p = \frac{1}{2} M v^2$, ou plutôt par :

$$\left(v - \frac{M}{D}\right) p = \frac{1}{2} M v^2,$$

si l'on veut tenir compte du volume propre, $\frac{M}{D}$, des

molécules, volume qui, lui-même évidemment, ne change pas (M , masse des molécules; D , densité de celles-ci). — M. G. Urbain : La phosphorescence, propriété atomique et moléculaire. L'auteur commence par exposer succinctement l'état actuel de la question des terres rares. Ces éléments, dont les propriétés chimiques sont très voisines, sont définis par des caractères spectraux : spectres d'émission ou d'arc, spectres d'absorption et enfin spectres de phosphorescence. Suivant le genre de spectre observé, les terres rares sont considérées tour à tour comme des éléments à spectre de lignes, des éléments absorbants, des éléments phosphorescents. L'identité possible de ces éléments diversement qualifiés n'a pas été, en général, établie. La richesse en bandes ou raies de ces spectres est la cause de nombreuses anomalies, apparentes ou réelles, qui ont été généralement attribuées à l'existence d'éléments nouveaux. Après avoir obtenu les diverses terres rares dans un état de pureté qui n'avait pas encore été atteint, l'auteur a entrepris une étude systématique des différents caractères atomiques des éléments rares du groupe yttrique. A chacune des terres qu'il a étudiées en détail : europium, gadolinium, terbium, dysprosium, correspondent : 1° un poids atomique constant; 2° un spectre d'émission; 3° un spectre d'absorption; 4° un spectre de phosphorescence cathodique. Exposés dans le vide aux rayons cathodiques, un très grand nombre de composés des terres rares émettent de vives phosphorescences qui, examinées au spectroscopie, donnent des spectres de bandes remarquablement étroites, très lumineuses et diversement groupées suivant la nature des terres. Sir W. Crookes a pris ces spectres comme guide de ses fractionnements. Il les suit comme on le fait d'habitude pour les spectres de lignes ou d'absorption. C'est admettre que leur éclat augmente lorsque s'accroît la proportion de la substance à laquelle on les attribue. M. Lecoq de Boisbaudran attribue les phosphorescences, non pas aux masses principales dont la matière est composée, mais à certaines impuretés, et il a établi le fait en portant ses recherches non seulement sur les terres rares, mais encore sur un grand nombre d'éléments usuels. Plusieurs auteurs attribuent également la phosphorescence provoquée par la lumière, dans les sulfures alcalino-terreux, par exemple, à la présence de traces de matières étrangères. L'auteur a étudié plus spécialement la phosphorescence des terres rares provoquée par les rayons cathodiques et expose les premiers résultats de cette étude. Les oxydes purs d'europium, de gadolinium, de terbium, de dysprosium, etc., ne sont pas ou sont extrêmement peu phosphorescents. Les mélanges de ces éléments manifestent le plus souvent de vives phosphorescences. Les phosphorescences observées dans les fractionnements ont pu être reproduites en mélangeant dans des proportions diverses les terres pures deux à deux. Ces mélanges ont été obtenus en précipitant la solution des terres mélangées par des réactifs appropriés et en calcinant les précipités. En faisant varier de 0 à 100 % l'un des termes du mélange, la phosphorescence passe toujours par un optimum correspondant à de faibles teneurs ($\frac{1}{100}$ et au-dessous) de l'une des substances. Ainsi, les mélanges d'oxydes d'europium et de gadolinium purs présentent l'optimum de phosphorescence pour une proportion d'oxyde d'europium d'environ $\frac{1}{250}$ du mélange. Le spectre de ces phosphorescences a la même

physionomie générale que le spectre que donne un mélange d'oxyde d'europium et de chaux. Dans ces mélanges, la phosphorescence rouge est une propriété atomique de l'europium, puisqu'elle est indépendante, dans une certaine mesure, de la nature chimique du système phosphorescent où l'europium est engagé. La chaux ou la gadoline jouent là le rôle de diluants. On observe toutefois, entre les spectres phosphorescents de l'europium dilué soit dans la chaux, soit dans la gadoline, de sensibles différences, qui tiennent à l'influence exercée par la nature du diluant. Dans la gadoline, le spectre subit de sensibles variations suivant la température à laquelle la substance a été calcinée. L'auteur attribue ce phénomène à un changement d'état moléculaire de l'oxyde de gadolinium. Des variations sont également observées si l'on engage le mélange dans une combinaison chimique quelconque (chlorure, sulfate, etc.). Des faits analogues s'observent pour des mélanges de gadolinium et de chaux dont la phosphorescence est ultra-violette. A ce propos, l'auteur montre que cette phosphorescence ultra-violette, attribuée par Sir W. Crookes à un élément nouveau, le victorium, appartient en réalité au gadolinium. Des expériences semblables ont été reproduites avec les différentes terres rares que l'auteur a préparées, et il a pu attribuer déjà divers spectres de phosphorescence qui avaient été considérés comme caractéristiques d'éléments inconnus à plusieurs des éléments chimiques qu'il a obtenus à l'état de pureté. En résumé, la phosphorescence doit être considérée comme une propriété atomique pour l'excitateur et moléculaire pour le diluant. L'auteur a constaté, en outre, que l'europium présente dans un même diluant deux spectres différents suivant la dilution. Il recherche actuellement si ce phénomène doit être attribué à la présence de deux éléments distincts dans l'europium ou si ce phénomène a une origine purement physique.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 12 Janvier 1906.

La Société procède au renouvellement de son bureau, qui est ainsi constitué pour l'année 1906 :

Président d'honneur : M. M. Berthelot ;

Président : M. Arm. Gautier ;

Vice-Présidents : MM. L. Bouveault, A. Verneuil, H. Moissan et P. Freundler ;

Secrétaire général : M. A. Béhal ;

Secrétaire : M. G. Bertrand ;

Vice-Secrétaires : MM. A. Hébert et Ch. Moureu ;

Trésorier : M. Petit ;

Archiviste : M. Desgrez.

Séance du 26 Janvier 1906.

M. Binet du Jassonneix communique ses recherches sur la réduction des oxydes de manganèse par le bore. La réduction des oxydes du manganèse par le bore au four électrique permet d'obtenir des fontes borées contenant de 3 à 28 % de bore. La limite de saturation correspond au borure défini MnB^2 , préparé déjà par MM. Troost et Hauteville. L'action ménagée du chlorure à chaud permet d'isoler un nouveau borure MnB , facilement attaquable par les acides. — M. L. Lindet a constaté qu'une solution de résorcine offre la propriété assez inattendue de gonfler l'amidon, au même titre que l'eau chaude ou les alcalis. Il a, en collaboration avec M. Carpentier, appliqué cette propriété à la dissolution de l'amylocellulose, préparée par les procédés de MM. Maquenne et Roux, et à la mesure de son pouvoir rotatoire. Ses solutions dans la résorcine sont d'autant plus transparentes qu'elles sont moins concentrées, en sorte que l'on diminue la sensibilité de la lecture au fur et à mesure que l'on augmente la quantité d'amylocellulose dissoute. Néanmoins, ils ont constaté un pouvoir rotatoire très voisin de celui que l'on attribue aux dextrines : $\alpha_D = 195^\circ$. Ils ont pu dialyser la solution d'amylocellu-

lose et retrouver celle-ci à l'état inaltéré. — M. A. Boudonard communique les résultats de ses recherches sur les points de fusion des silicoaluminates de calcium.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 16 Novembre 1905 (fin).

M. P. Lowell communique les premières photographies des canaux de Mars¹.

Séance du 30 Novembre 1905.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son Bureau pour 1906. Sont élus :

Président : Lord Rayleigh ;

Secrétaires : M. J. Larmor et Sir A. Geikie ;

Secrétaire étranger : M. F. Darwin ;

Trésorier : M. A. B. Kempe.

La Société décerne ensuite : la Médaille Copley à M. D. J. Mendeleeff, pour ses importantes contributions à la Physique et à la Chimie ; une Médaille Royale à M. J. H. Poynting, pour ses recherches en Physique, spécialement sur la loi de gravitation et les théories de l'électrodynamique et de la radiation ; l'autre Médaille Royale à M. Ch. S. Sherrington, pour ses travaux sur le système nerveux central et l'action réflexe ; la Médaille Davy à M. A. Ladenburg, pour ses recherches en Chimie organique, spécialement la synthèse des alcaloïdes naturels ; la Médaille Hughes à M. A. Righi, pour ses travaux expérimentaux en Électricité, en particulier sur les oscillations électriques.

Séance du 7 Décembre 1905.

M. G. U. Yule : Sur une propriété qui s'applique à tous les groupements d'une distribution normale de fréquences pour deux variables, avec application à l'étude des tables de contingence pour l'hérédité des qualités non mesurées. — M. G. U. Yule : Influence de la tendance et de l'équation personnelle dans la statistique des qualités mal définies. — M. A. Schuster a appliqué à l'étude de quelques quantités variables la méthode du périodogramme, système qui fournit par le calcul la transformation que le spectroscopie fait subir instrumentalement à un trouble lumineux. — M. C. V. Boys décrit un nouveau calorimètre pour déterminer la chaleur de combustion des gaz. Le gaz est brûlé dans un bec Bunsen ordinaire ; les gaz de la combustion se refroidissent au contact d'une circulation d'eau, dont la vitesse d'écoulement et la température permettent de déterminer la chaleur de combustion du gaz ; l'équilibre est établi à 1/10 de degré près en un quart d'heure. — M. le Comte de Berkeley et M. E. G. J. Hartley communiquent leurs expériences sur la détermination des pressions osmotiques des solutions par la mesure de leurs pressions de vapeur. Le principe de la méthode a été posé par Ostwald. Deux flacons de Liebig contenant la solution à examiner et un contenant de l'eau sont reliés l'un à l'autre. Ce dernier est pesé et est relié à son tour avec un tube en l' contenant de la pierre ponce imbibée d'acide sulfurique. Un courant d'air traverse l'appareil. L'air se sature d'abord à la pression de vapeur de la solution, puis prend à l'eau la quantité de vapeur nécessaire pour sa complète saturation, et enfin cède le tout à l'acide sulfurique. La perte de poids du flacon à eau est à l'augmentation de poids du tube à acide sulfurique comme la différence entre la pression de vapeur de la solution et celle de l'eau pure est à la pression de vapeur de l'eau pure. Les auteurs ont rencontré de nombreuses difficultés dans l'application pratique de cette méthode. Après avoir essayé d'obtenir la saturation de l'air par barbotage dans les solutions et l'eau pure, ils ont dû y renoncer, parce que des particules de liquide peuvent être entraînées, et se contenter de

¹ Voir la Revue du 15 octobre 1905, p. 837.

faire passer l'air sur les liquides, mais la surface de contact doit être très grande. Tous les appareils, à fermeture hermétique, sont placés dans un bain d'eau à température constante. Les pressions osmotiques ont été calculées d'après les pressions de vapeur au moyen de la relation bien connue d'Arrhénius. — **MM. W. A. Bone et R. V. Wheeler** ont étudié la combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène au contact des surfaces chaudes porcelaine poreuse, magnésie, or, argent, platine, nickel, oxydes de fer, de cuivre et de nickel. Le mélange gazeux humide circulant à une vitesse uniforme sur la surface maintenue à une température constante dans le tube à combustion. Les résultats montrent que, dans aucun cas, le degré de combinaison ne dépend de l'ordre de la réaction (comme le pensait Bodenstein), ni des facteurs de diffusion comme le voulait *Nernst*. Le processus ne peut plus être expliqué par une théorie purement chimique. Le pouvoir catalysant d'une surface neuve augmente jusqu'à un maximum persistant par le passage des gaz de l'électrolyse sur elle : à ce moment, la vitesse de combinaison pour le gaz électrolytique normal est directement proportionnelle à la pression. Quand l'un ou l'autre des gaz réagissants est en excès, la combinaison est à peu près proportionnelle à la pression partielle de l'hydrogène. Le pouvoir catalysant de la porcelaine, de la magnésie et des surfaces métalliques peut être stimulé, souvent à un haut degré, par une exposition préalable dans l'hydrogène à des températures modérément élevées. En somme, excepté dans le cas de CuO , l'hydrogène joue un rôle très important dans le processus catalytique, étant rendu actif par association avec la surface. Dans la majorité des cas, l'hydrogène est même occlus ou condensé par la surface; avec l'argent, il semble aller jusqu'à former un hydruire instable. Dans le cas de CuO , le processus catalytique dépend en premier lieu de la condensation d'une pellicule d'oxygène actif à la surface.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Janvier 1906.

M. I. K. Inglis a étudié la distillation isothermique de l'azote et de l'oxygène et de l'argon et de l'oxygène, dans un appareil spécial où la condensation en arrière est évitée. Les résultats montrent que le rapport Az/O dans la vapeur n'est pas en relation invariable avec le même rapport dans le liquide. En portant en ordonnées les pressions partielles d'Az et O et en abscisses les concentrations dans le liquide, on obtient une ligne droite pour l'azote et une courbe pour l'oxygène. On en déduit que l'azote obéit à la loi de solubilité d'*Henry*; la déviation que présente l'oxygène peut être due à ce qu'il est légèrement associé à l'état liquide lorsqu'il est mélangé avec l'azote. D'autres expériences ont été faites avec des mélanges d'argon et d'oxygène; à la température employée, l'argon est un solide volatil; aussi, la plus grande concentration d'argon qu'on puisse atteindre est celle de la solution saturée dans l'oxygène. L'argon semble se rapprocher de l'azote en obéissant à la loi d'*Henry*. — **M. A. Campbell** a étudié l'emploi de la fonte trempée à la construction des aimants permanents. Tous les spécimens ont été chauffés à 1000°C , puis trempés dans l'eau froide, avec des précautions spéciales. Puis les barreaux étaient essayés au point de vue du magnétisme résiduel maximum et de la coercivité par la méthode de *M^{me} Curie*. Les résultats montrent que la fonte trempée n'est pas très inférieure à l'acier ordinaire pour aimants. Des essais balistiques ont montré que le simple procédé de trempe est très satisfaisant, même pour un anneau massif de 6 cm² de section. Le bon marché et la facilité de travail de la fonte doivent encourager les constructeurs d'instruments à l'essayer dans d'autres cas. — **MM. Lyle et Baldwin** ont recherché s'il existe une vitesse définie de propagation du magnétisme dans le fer. La méthode adoptée consiste à produire la magné-

tisation en un point particulier d'un barreau au moyen d'une bobine traversée par un courant alternatif, puis à observer le flux magnétique à des distances variées de la bobine au moyen d'une petite bobine secondaire pouvant se mouvoir le long du barreau. Par l'emploi du traceur d'ondes de *Lyle*, on obtient le flux magnétique en divers points le long du barreau. Les courbes d'ondes ont été analysées par les séries de *Fourier*. Contrairement aux observations précédentes, le retard de phase, au lieu de croître continuellement le long du barreau, passe par un maximum, ce qui prouve l'absence d'une véritable propagation ondulatoire.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Novembre 1905.

M. A. Rogers indique un nouveau procédé pour adoucir les peaux. Un bain renfermant 5 % de sirop de glucose et 1 % de soufre, plus une livre de levure pour 1.000 livres de peau traitée, est préparée à $35\text{--}38^\circ$. Au bout de vingt-quatre heures, quand la fermentation est bien établie, on porte à $38\text{--}40^\circ$ et on introduit les peaux, qu'on remue une fois par heure. Au bout de huit heures, les peaux les plus lourdes sont convenablement adoucies.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 16 Novembre 1905.

M. W. Kaufmann, professeur à Bonn, continue ses recherches relatives à la constitution des électrons. Après avoir démontré, dans ses travaux antérieurs, que la masse des électrons en mouvement, constituant les rayons β du radium, s'accroît considérablement à mesure que leur vitesse s'approche de celle de la lumière, en suivant une loi qui concorde avec les formules de *M. Abraham*, il se sert d'un dispositif perfectionné pour comparer les écarts qui existent entre la théorie et l'observation, suivant qu'on se base sur l'hypothèse de *M. Lorentz* d'un électron se déformant sur son chemin, ou sur celle d'un électron sphérique rigide, comme le veut *M. Abraham*. Comme les divergences constatées dans le premier cas sont trois fois plus grandes que dans le second, la théorie de ce dernier savant paraît préférable.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Décembre 1905 et Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Millosevich** transmet ses observations sur la comète Schaeer, exécutées à l'équatorial de 39 centimètres de l'Observatoire du Collège Romain. — **M. P. Pizzetti** expose un calcul de la réfraction astronomique, sans hypothèses particulières sur la manière dont varie la température de l'air avec la hauteur. — **M. G. Peano** : Sur les différences définies. — **M. G. Z. Giambelli** s'occupe des variétés représentées au moyen d'une matrice générique de formes, et des variétés engendrées par des systèmes linéaires projectifs de formes. — **M. N. Nielsen** : Sur le développement en fraction continue de la fonction Q de *M. Prym*. — **M. C. Viola** présente un procédé de transformation des coordonnées des cristaux, qui simplifie le problème.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. A. Pochettino** expose les résultats donnés par deux ascensions de ballons-sondes, faites à Castelfranco Veneto au mois d'août 1905. Les ballons arrivèrent à des hauteurs de 10.385 et 23.899 (2 mètres; pendant leur voyage, les instruments enregistreurs donnèrent d'intéressantes indications sur des inversions de température à des hauteurs différentes. — **M. C. Carpin** rappelle que, dans les recherches que l'on a faites sur l'influence de la température sur la résistance du sélénium, on n'a pas

étude les variations de l'électro-photo-électrique pour tenter de reconnaître la cause de ce dernier. M. Carpi a fait des expériences sur cet effet, à des températures comprises entre 0 et 100, et a vu que l'effet varie notablement et diminue avec la température. — M. C. Feliciani a réuni de nombreuses observations sur la radio-activité des baux de quelques sources thermales du Latium, et décrit les appareils dont il s'est servi et les résultats obtenus. — Une étude analogue est présentée par M. G. Magri sur les boues déposées par les eaux des sources thermales des Bagni di Lucca (Toscane). — M. R. Magini donne le commencement d'une étude expérimentale sur l'influence que les bords d'un accumulateur manifestent sur sa capacité électrostatique. — M. A. Pacinotti entretient l'Académie de ses recherches pour étudier l'influence de la température, des vibrations, de l'humidité, de la déshydratation, de l'occlusivité, sur l'adhésion et le frottement entre corps différents, et sur le travail des charnières. — M. S. Cheila décrit ses recherches pour mesurer le coefficient de frottement interne de l'air, à des températures très basses. — M. V. Monti expose plusieurs considérations destinées à diminuer les difficultés que l'on rencontre dans la mesure de la vitesse de propagation des perturbations sismiques en rapport avec la symétrie rationnelle. — M. G. Agamennone donne la description d'un sismoscope à double pendule horizontal, imaginé par lui, qui doit servir à enregistrer les tremblements de terre lointains, et qui possède une sensibilité très grande. — M. C. Chistoni transmet la suite des résultats psychologiques obtenus à l'Observatoire géophysique de Modène. — M. U. Panichi envoie un mémoire sur les variations des phénomènes optiques des minéraux, produites par les variations de température. — M. G. Gallo, qui s'était déjà occupé de la détermination du point atactique du tellure, a déterminé le poids atomique de l'iode, pour élucider l'anomalie que ces deux éléments présentent par rapport à la classification de Mendeleïff; l'auteur a trouvé ce poids égal à 126,89 $\pm 0,10$, et il a vu que l'iode, dans les solutions de chlorures, se comporte toujours comme ion monovalent. — MM. A. Angeli et V. Castellana donnent les résultats de leurs recherches préliminaires sur quelques composés azotés. — MM. G. Oddo et E. Mameli étudient les composés qu'ils ont obtenus avec l'éther éthylique triéthylé 1:2:2. — MM. C. Ulpiani et M. Cingolani, après avoir reconnu que la baryte de l'acide urique n'attaque pas la guanine, se sont proposés d'utiliser cette dernière substance, qui, comme l'acide urique, est un produit du métabolisme animal, ne peut subir un processus fermentatif par l'action de quelque micro-organisme encore inconnu. En effet, les deux expérimentateurs ont découvert une baryte de guanine, dont ils dérivent les caractères morphologiques et culturaux. — MM. C. Ulpiani et G. A. Rodano, poursuivant leurs recherches sur le couplage des acides dans l'électrolyse des éthers organiques, ont soumis à l'électrolyse quelques sels du groupe des amides-éthers, obtenant trois composés électro-synthétiques. — MM. O. Carrasco et G. Plancher donnent la description d'une nouvelle méthode destinée à la détermination du carbone et de l'hydrogène dans les substances organiques, au moyen de l'analyse en courant électrique. — M. G. Bargellini décrit ses recherches sur quelques dérivés sulfuriques de l'acide hyaluronique, et s'occupe, en outre, des produits de condensation de l'acide rhodanique, trouvés par M. Henke, avec les aldéhydes. — MM. G. Minonni et G. Lazzarini donnent la continuation de leurs recherches sur quelques dérivés de pyrazol, obtenus par la nouvelle méthode synthétique. — M. G. Sani présente une étude chimique de la graisse végétale que l'on tire des graines de l'*Arbutus Unedo*, dont la culture est très abondante dans les environs de Prusse pour la fabrication de l'alcool. — M. D. Ottolenghi s'occupe de l'ergostérol qu'il a tiré de la

graisse du seigle ergoté; de ce corps, il a fait l'analyse et il en décrit les réactions. — Dans une autre note, M. Ottolenghi annonce avoir étudié plusieurs cholestérols de l'œuf, de l'huile, etc., avec la nouvelle réaction colorée de Neuberg et Rauchweizer. — M. R. Perotti a observé que, dans les engrais chimiques qui renferment de la cyanamide calcique, il se forme spontanément de la diétylodiamide; et il se propose d'étudier les conséquences importantes pour l'agriculture et l'industrie que cette formation peut avoir.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. G. Capellini informe l'Académie que l'éboulement de rochers de Saint-Pierre à Porto Venere, près de Spezia, s'est produit comme il l'avait prévu et annoncé il y a six ans; c'est la mer qui a causé cet éboulement des gisements de calcaires compacts et schisteux, signalés par plusieurs géologues à cause de leur richesse en fossiles. — M. E. Tacconi présente une étude sur la datolite, dont il a examiné et mesuré les cristaux, recueillis dans les gisements de Buffaura dans la vallée de Fassa. — M. E. Clerici décrit un appareil très simple qu'il a imaginé pour obtenir la séparation des minéraux; dans une autre note, M. Clerici fait une étude géologique des sables fossilifères que l'on rencontre à Malagrotta, sur la route aurélienne, près de Rome. — M. R. Perotti, s'inspirant des recherches de Beyerink sur les microorganismes capables de se développer en présence de quantités minimes d'azote, a fait des recherches sur les bactéries oligo et mésonitrophiles de la Campagne romaine, étudiant des échantillons divers de terre pris dans les environs de Rome. — M. G. van Rynberk transmet la dernière partie de ses observations sur le mécanisme de la respiration chez les requins; dans une autre note, l'auteur étudie les mouvements réflexes de clignement de l'œil, par effet d'excitations sur différentes parties du corps de l'animal. — M. G. Noé apporte une notable contribution aux connaissances sur le sensorium des insectes, décrivant les organes sensitifs qu'il a découverts sur les nervures des ailes des Diptères; il s'occupe de leur structure anatomique et parle de ses recherches sur l'ovaire des insectes. — M. L. Petri ajoute d'autres notes à celles qu'il a déjà données, dans une précédente communication, sur la *Stictis Panizzei*, champion qui attaque l'olivier. — M. G. Pieri a reconnu que l'*Auklostoma duodecimale* peut se développer chez le chien jusqu'à l'état de parasite adulte et capable de se reproduire, que l'infection ait lieu par la bouche ou à travers la peau. — M. G. Riccieti a repris les expériences de John Siegel qui, en inoculant le pus du vaccin dans la corne des cobayes, avait retrouvé les corps de Guarnieri dans le foie et les reins des animaux. M. Riccieti est d'avis que les corpuscules dessinés par Siegel comme des protozoaires du vaccin sont des produits artificiels dus à la technique de l'auteur; si quelques formes représentent vraiment des protozoaires, on ne peut les considérer comme spécifiques du vaccin. — M. V. Peglion signale un cas d'hémoparasitisme dû au *Itacodium cellare*, moisissure qui dans les caves se développe sur le bois des fûts; cette moisissure attaque les châtaignes en les noircissant. Cette altération peut être combattue en recourant aux fumigations d'anhydride sulfurique ou de formol, dans les magasins où l'on conserve les châtaignes. M. Peglion ajoute quelques observations sur la destruction de plusieurs jeunes plants de mûrier, due à une infection par le *Gibberella moricola* de Nott, infection favorisée par l'abaissement anormal de la température à l'époque de la plantation. — M. L. Montemartini décrit les différences qu'il a trouvées, par une étude morphologique, anatomique et biologique, entre les tubercules radicaux de *Datisca cannabina*, découverts par Trotter, et ceux des légumineuses auxquels on les croyait analogues.

ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

Les principes de la Théorie des ensembles.

— La question de la représentation du continu sous forme d'un ensemble bien ordonné par la méthode de M. Zermelo, et la question connexe, si discutée dans ces derniers temps, de savoir si les êtres mathématiques, pour être considérés comme tels, doivent pouvoir être décrits en un nombre fini de mots, ont été, depuis la dernière chronique que nous leur avons consacrée, reprises dans un récent article de M. J. König¹.

Le savant géomètre de Budapest n'intervient pas d'ailleurs, à proprement parler, dans le débat que nous avons résumé précédemment², et qui n'est autre, comme nous le fait remarquer un correspondant, que celui de « l'idéaliste et de l'empiriste »³. Il prend simplement acte de son existence, et se place entre les deux camps opposés. Avec l'« idéaliste », il admet cependant — et le dit d'une façon bien nette — l'existence d'êtres mathématiques qui, suivant son expression, ne sont pas « à définition finie » (*endlich definiert*), c'est-à-dire qui ne peuvent pas être décrits en un nombre fini de mots⁴. Mais il propose d'étudier à part les êtres à définition finie.

Il admet, à titre de postulat d'ailleurs, et sans en dissimuler le caractère hypothétique, c'est à peu près en cela que consiste ce qu'il appelle l'axiome métalogique, que la distinction ainsi formulée a un sens précis, mathématique.

Une telle distinction, prise comme point de départ, conduit en particulier M. König à cette conclusion que le continu ne peut pas être mis sous forme d'un ensemble bien ordonné.

Ceci ne laisse pas que d'être un peu surprenant.

L'auteur vient, en effet, de déclarer que, pour lui, « possible » ne veut pas nécessairement dire « possible avec définition finie ». Or, si l'on se place à ce

point de vue, le raisonnement de M. Zermelo semble irréprochable.

Dès lors, si celui de M. König était probant, comme il aurait pour effet de mettre en évidence une contradiction entre la possibilité de bien ordonner le continu et celle (qui a servi de point de départ) de donner un sens rigoureux au mot *endlich definiert*, c'est cette dernière possibilité — assez douteuse en somme, surtout lorsqu'on se réfère au récent article de M. Poincaré⁵ — qui devrait être rejetée.

Mais la conclusion, à notre avis, n'est pas celle-là. M. König fait lui-même une objection à son raisonnement; il donne un exemple, celui de l'ensemble des nombres ordinaux relatifs à toutes les classes dénombrables, dans lequel ce raisonnement conduirait à un résultat faux. Il répond, il est vrai, à cette objection, en montrant comment cet exemple est différent de celui pour lequel le raisonnement est édifié. Mais c'est cette réponse qui ne nous paraît pas subsister. Nous voyons bien qu'il y a une différence entre les deux cas, mais non que cette différence ait une influence sur le raisonnement en question.

Il y a plus : toute la fin de l'article, et principalement la note par laquelle il se termine⁶, nous paraît être une réfutation du commencement. M. König montre qu'il peut y avoir des ensembles dont on détermine quelconque est « endlich definiert », sans qu'il en soit de même pour l'ensemble complet. Or, ce fait nous paraît constituer, pour sa démonstration, un vice fondamental⁷.

§ 2. — Astronomie

Les risques de collisions entre corps célestes.

— Les collisions de trains, les abordages de navires nous ont enseigné, par de dures expériences,

¹ *Math. Annalen*, t. LXI, p. 156.

² Tome précédent de la *Revue*, p. 241, 242.

³ Voir du Bois-Reymond, p. 124-5 de la traduction Milhaud.

⁴ Ce sont ceux que nous appelons dans le numéro précédent (*Revue* du 28 février) : idées à « complexité infinie ».

⁵ *Rev. de Métaph. et de Morale*, 13^e année, n. 6 n. v. t. p. 31-33. Voir la *Revue* du 28 février.

⁶ Note de la page 160.

⁷ Elle en présente, à la rigueur, un vice moins essentiel. Il se pourrait, en effet, que, dans un ensemble bien ordonné, l'ordinal ne fût pas susceptible d'être « endlich definiert », même en ce qui regarde les éléments qui sont eux-mêmes « endlich definiert ».

que peut entraîner la combinaison redoutable de la masse et de la vitesse. Or, en Astronomie, les vitesses sont bien plus grandes, les masses bien plus fortes : nul doute que la rencontre d'une étoile, d'une planète, voire même d'un astéroïde ou d'un noyau de comète, ne fût une éventualité désastreuse; ne disons pas une catastrophe mémorable, puisqu'il ne resterait sans doute personne pour l'enregistrer. Il ne semble pas que cette perspective ait beaucoup troublé le sommeil des Anciens, et si les apparitions de grandes comètes étaient communément regardées comme des présages d'événements tragiques, des signes de la colère céleste, du moins on ne redoutait pas de leur part une offensive matérielle et directe.

La question apparaît plus sérieuse à la suite des travaux de Copernic et de Képler, puisque les astres flottent désormais sans soutien dans l'espace avec des vitesses foudroyantes, et si leurs distances mutuelles restent comprises dans des limites assez rassurantes, on peut tout craindre des comètes vagabondes qui viennent se jeter sans règle à travers notre système. Le principe de l'attraction universelle va permettre de serrer la question de plus près : les conditions à réaliser pour le choc sont assez complexes et notre système n'en offre pas d'exemple; tous les cas auxquels le calcul peut être appliqué sont en somme rassurants, les grosses planètes étant remarquablement stables, tandis qu'aucune comète n'est sérieusement menaçante jusqu'à présent.

Si de légères résistances du milieu, les frottements des marées, etc., tendent à grouper tout le système solaire en un seul corps, du moins nous ne pouvons prédire la date de cette éventualité avec quelque précision. Mais tous les corps célestes ne sont pas aussi peu exposés que la Terre : Jupiter reçoit plus volontiers la visite des comètes périodiques, contre lesquelles, il est vrai, sa masse sera un puissant rempart; quelques comètes, elles-mêmes, s'approchent imprudemment du Soleil et éprouvent des changements physiques rapides qui pourraient les conduire à la destruction; faut-il, enfin, rechercher l'origine de la comète Holmes dans la collision de deux astéroïdes du merveilleux anneau des petites planètes?

Reste encore le spectacle des étoiles temporaires, que l'on peut, non sans raison, rattacher à des phénomènes immenses de collisions astrales et qui décèlent la présence de commotions profondes; mais il reste une circonstance indéfinissable, la seule absolue, des rencontres sidérales, et qui réside dans les étoiles filantes et les bolides. Ces corpuscules, au nombre journalier de 400 millions, bombardent notre atmosphère : portés à l'incandescence par le frottement rapide dans l'air, ils sont entièrement consumés, parfois, et nous parviennent à l'état gazeux ou pulvérulent; d'autres fois, plus importants, ils se brisent, et les fragments viennent violemment s'incruster dans notre sol. Mais on peut être certain qu'il n'y a pas là d'addition importante à la masse terrestre et que la couche météorique séculaire n'atteint pas 2 centimètres; nulle part on n'en trouve de dépôt notable, et l'on peut être assuré que les aérolithes n'ont apporté qu'une insignifiante contribution au relief terrestre. D'ailleurs, il est juste de remarquer que leur classification, leurs familles, laissent entendre aujourd'hui leur similitude de composition et leur origine cométaire, à l'exclusion de toute provenance du Soleil, de la Lune, de la Terre ou d'une planète.

Cependant, l'hypothèse de Laplace sur la condensation de la matière nébulaire sous forme fluide, puis solide, reste encore aujourd'hui la seule vraisemblable, et rien n'empêche — il est même probable — qu'avant la solidification définitive le bombardement ait été beaucoup plus actif. L'observation à cet égard n'est-elle pas muette? Car si, d'une part, l'anneau de Saturne s'est constitué aux dépens de la masse centrale, comme dans l'expérience de Platon, si la théorie la plus probable indique qu'il doit finir par se résoudre en satel-

lites, du moins ses variations sont encore douteuses et sa connaissance trop récente. Qu'est-ce là que deux siècles? Et l'anneau des petites planètes n'apprend rien non plus, avec sa détermination toute contemporaine. D'autre part, la dissémination des essais théoriques, la désagrégation des comètes, laissent planer un doute sur la concentration de la matière; et les travaux d'éminents astronomes comme Kirkwood, Stockwell, Darwin... sont impuissants à élucider définitivement le dernier degré de condensation et l'origine planétaire des satellites.

D'ailleurs, la surface — et la géologie même — des planètes les montrent assez homogènes, et il faut recourir au témoignage des satellites. A cet égard, la Lune figure au premier plan par la connaissance précise que nous avons de sa singulière enveloppe, et nul n'était mieux informé que M. P. Puiseux pour apporter le témoignage de la Lune sur les risques de collisions entre corps célestes : c'est ce qu'a fait cet astronome érudit dans une remarquable conférence à l'occasion de l'anniversaire de la Société belge d'Astronomie.

Dès 1846, Gruithuisen, frappé des caractères très nets qui distinguent les cirques lunaires, d'une part, des volcans terrestres, de l'autre, se refuse à croire que des constructions aussi dissemblables aient pu être édifiées par les mêmes agents. Les cirques, d'après lui, ne doivent rien aux forces internes; ils naissent sous des impulsions extérieures et soudaines; et nous voici bien dans la théorie de Laplace, avec les empreintes de projectiles autrement volumineux que les bolides actuels, hypothèse adoptée par des astronomes et des géologues dont l'autorité n'est pas négligeable. Aurions-nous donc perdu, de la sorte, une quantité d'autres satellites plus petits? Car les aérolithes, ou pierres tombées du ciel, atteignent la Terre sous toutes les incidences : il en serait de même pour la Lune, tandis que la forme circulaire des orifices indique une incidence presque normale. Il ne s'agit donc, ni de bolides extérieurs, ni de bolides lancés par les cratères terrestres de trop faible puissance.

Au contraire, la proportion des incidences normales peut devenir très forte s'il s'agit de corps accompagnant la Lune autour de la Terre; leurs dimensions ne sont plus limitées; ils ont cédé peu à peu à l'attraction du corps principal avec de faibles vitesses relatives. Dans ce cas, contrairement à celui de la Terre, la période d'annexion s'est persistée sur la Lune à une phase déjà refroidie et solidifiée de la surface. Mais alors le bombardement fut d'ordre expérimental, en quelque sorte, et nous pouvons tenter d'en produire d'analogues : ici, déjà, l'expérience nous enseigne que la surface frappée ne pouvait être dure et résistante, faute d'obtenir jamais les profils cherchés. Serons-nous plus heureux avec une couche superficielle pâteuse et malléable? Les expériences de Meydenbauer, Althaus, Alsdorf... sont multiples et précises : la photographie rend les résultats comparables, et le dernier auteur croit pouvoir se prononcer en faveur de cette hypothèse à cause de nombreuses ressemblances. Malheureusement, les résultats les meilleurs supposent de multiples tours de main de l'opérateur, avec des conditions bien peu vraisemblables dans le cas de la Lune, comme celui d'une couche malléable pour l'empreinte, superposée à un corps résistant qui mette en jeu l'élasticité et oblige le projectile à rebondir : il n'y a donc plus l'annexion cherchée; et qu'est devenu le projectile?

Si l'on met en jeu la quantité de chaleur dégagée par le choc, on se rapproche de la théorie volcanique, avec ce correctif que l'éruption elle-même puise son origine hors du globe lunaire. De nouvelles difficultés surgissent, d'ailleurs, aussitôt, en ce qui concerne le travail produit et la solidification des vagues fluides résultant d'un choc extérieur. Il faut en revenir aux forces internes, qui se sont imposées à Gilbert quand il a voulu rendre compte de la structure des remparts; ce n'est pas l'effet d'un projectile que nous pouvons constater, mais bien le travail inverse. Alors pourquoi

recourir à la pénétration de bolides, si l'on n'en constate point les effets ?

En résumé, les grands cirques lunaires, aussi bien que les hautes montagnes terrestres, sont le produit de transformations lentes, accumulées au cours des siècles : les bolides ne se sont pas montrés plus redoutables sur une planète que sur l'autre. A l'égard des chocs soudains et destructeurs, l'étude de notre satellite affermit la sécurité que faisaient déjà naître en nous l'expérience quotidienne, les annales historiques, les investigations des géologues. Telles sont les conclusions critiques de M. P. Puiseux, basées sur un examen détaillé des clichés de la Lune : il nous fait savoir gré à ce savant astronome d'avoir utilisé sa grande connaissance de notre satellite, et sa vaste érudition, pour faire un exposé remarquable d'une controverse aussi intéressante que délicate.

§ 3. — Météorologie

Variations d'intensité de la pluie. — Bien des éléments météorologiques, vitesse du vent, température, pression barométrique, qui nous paraissent à première vue régis par une marche uniforme, montrent au contraire, quand on les examine au moyen d'appareils très sensibles, des variations assez considérables en des intervalles de temps très courts. En effet, les appareils enregistreurs assez délicats ont pu, dans bien des cas, révéler ces singularités, tandis que la chute de la pluie, avec les inscriptions des pluviographes en usage, ne fournissait qu'un tracé continu dans lequel il ne fallait point songer à trouver les modifications très rapides et de peu de durée.

Or, chacun peut observer, dans les pluies d'orage notamment, des recrudescences soudaines, des sortes de vagues d'eau se succédant à de courts intervalles, et généralement attribuées au vent en coup de fouet : pour les pluies d'une certaine étendue, Helmholtz avait déjà admis la présence de vagues d'air, chargées d'eau, se succédant à des intervalles courts et assez réguliers, et c'est pour inscrire d'une manière particulièrement détaillée toutes ces variations d'intensité que *Gellenkamp* donne, dans la *Meteorologische Zeitschrift*, la description et les applications d'un nouveau pluviographe de son invention.

Mis en expérience aux Indes depuis 1894, cet appareil a fourni de curieux résultats, et les diagrammes montrent clairement qu'une averse de courte durée, qui nous paraît relativement uniforme, passe en réalité par une série de maxima et de minima d'intensité successifs et très rapprochés, insoupçonnables par l'observation directe. On a proposé l'explication suivante : la condensation des premières gouttes de pluie dégage une certaine quantité de chaleur, qui évaporerait une partie des gouttes suivantes, d'où diminution d'intensité ; cette vapeur même s'élève, gagne des régions plus froides, s'y condense, rejoint dans sa chute le niveau original avec une température inférieure à la température primitive, y détermine donc une condensation plus abondante, — d'où maximum d'intensité ; puis la succession des phénomènes se reproduit dans le même ordre. Il est difficile de vérifier, dès à présent, dans quelle mesure il faut définitivement admettre cette explication, mais, de toutes façons, ce sont là des recherches nouvelles et très originales qui ne peuvent être que fructueuses pour la connaissance intime du régime de la pluie.

§ 4. — Cartographie

Un nouveau dispositif cartographique. — Les cartes ordinaires, dont on se servait exclusivement jusqu'à ce jour, même la carte d'Etat-Major classique, sont affectées de sérieux inconvénients. Leur emploi est, en effet, assez malaisé en pleine campagne, lorsqu'on se trouve dans une position peu commode ou que la pluie ou la neige les rendent à peu près indi-

chiffrables. Sur le champ de bataille ou de manœuvre, les cavaliers risquent d'effrayer leur cheval par le bruissement des cartes qu'ils déplient. Ces difficultés se compliquent, pendant la nuit ou par un jour insuffisant, de la nécessité de frotter une allumette, à moins qu'on ne préfère l'éclairage improvisé que donne un cigare brûlant pour consulter la carte. Le matériel cartographique que doivent emporter les militaires et aussi les touristes, cyclistes ou automobilistes, constitue enfin un complément de bagage fort encombrant.

Le Dr Vollbehr, à Halensee, près Berlin, vient de construire, pour remédier à ces multiples inconvénients, un ingénieux dispositif qu'il appelle *micro-photoscope* ou *carte-loupe*, et qui n'est autre qu'une lentille grossissante, dans le champ de laquelle on insère des miniatures de cartes.

Toutes les feuilles des cartes d'Etat-Major allemandes ont été réduites, dans le rapport de 13.5 à 1, à des diapositives photographiques, constituant des carrés de 4 à 5 centimètres de côté. Devant la diapositive se trouve la lentille grossissante, qui s'adapte facilement à toutes les vues. Le cadre-porteur de la loupe étant susceptible de déplacements, soit horizontaux, soit verticaux, l'observateur amène tout point dans le champ immédiat de son oeil, par un léger déplacement du cadre ; il est ainsi en mesure d'embrasser une superficie de 175 kilomètres carrés. Les diapositives s'échangent rapidement.

Dans la nuit ou par un jour insuffisant, on combine l'appareil cartographique avec un dispositif d'éclairage amovible. Une petite lampe à incandescence électrique, alimentée par une pile sèche de grande durée, sert à l'éclairage de la diapositive photographique. On obtient à volonté une illumination intermittente ou permanente.

En dehors de l'usage auquel le microphotoscope est destiné en premier lieu, ce dispositif se prête à bon nombre d'emplois différents. C'est ainsi qu'on pourra faire toutes sortes de petits croquis sur la plaque de verre dépoli disposée derrière la diapositive. La petite lampe peut, en outre, être employée dans la télégraphie militaire, pour donner des signaux optiques multicolores au moyen de plaques de celluloid, signaux visibles à plusieurs kilomètres de distance. Après y avoir inséré une plaque rouge, on emploiera la lampe comme lanterne photographique de chambre noire improvisée.

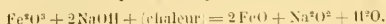
Dans les grandes manœuvres allemandes qui viennent d'avoir lieu, cet ingénieux dispositif a suscité une attention générale.

§ 5. — Electrochimie

Une nouvelle pile électrique, le dynélectron. — Un ingénieur américain, M. James H. Reed, vient de faire connaître un nouveau dispositif, qu'il appelle le *dynélectron*, et qui constitue une batterie d'accumulateurs auto-régénérateurs à l'oxyde de fer, dans laquelle la chaleur est utilisée directement comme agent réducteur et transformée en énergie électrique sans le concours d'un moteur électrique et d'une machine à vapeur.

Chaque élément consiste en une pile de fer, de 19 centimètres sur 30 ou 33 centimètres, divisée en trois compartiments. Quarante huit baguettes de carbone, partiellement creuses et disposées horizontalement dans les deux compartiments extérieurs, constituent les électrodes. Elles sont soigneusement isolées des parois en fer. L'électrolyte, dans ces deux chambres, est formé par de l'hydrate de sodium et 0,3 % d'oxyde ferrique. La chambre centrale est argentée sur ses bords extérieurs et reliée électriquement avec les baguettes de carbone. Elle est imperméable à l'air, et l'air y est comprimé sous une pression de 10 livres par pouce carré, en passant à travers les baguettes creuses de carbone, puis, de là, dans l'électrolyte, à travers les

pores du carbone. En chauffant l'électrolyte à environ 200° C., en même temps un courant électrique est engendré, et il continue à passer aussi longtemps que la pression de l'air et la température restent constantes. La réaction chimique est, d'après l'auteur, la suivante :



Quand l'air est comprimé à travers les charbons dans l'électrolyte, une action thermo-électrique prend naissance et l'oxygène de l'air agit sur l'hydrate de sodium en formant du bioxyde et de l'eau. L'eau est décomposée en oxygène et hydrogène, l'oxygène s'échappant dans l'atmosphère, avec les autres produits gazeux qui peuvent se former, à travers un grand nombre de disques de fil fin renfermés dans un cylindre attaché au sommet de la pile, de façon que les gaz puissent passer sans que l'eau jaillisse sous pression.

L'excès d'hydrogène réduit l'oxyde ferrique Fe_2O_3 en oxyde ferreux FeO , qui est de nouveau oxydé par l'oxygène de l'air continuellement envoyé. L'eau d'alimentation il s'en évapore, en effet, un demi-litre par cheval-heure) réagit sur le bioxyde de sodium pour former de l'hydrate et de l'oxygène. On voit que le processus, une fois en marche, n'entraîne aucune perte dans les électrodes, ni aucune modification permanente du caractère de l'électrolyte. Le courant est obtenu par la dissociation et la recombinaison constante de l'oxygène et de l'hydrogène de l'air et de l'eau.

M. Reid annonce avoir obtenu 600 ampères sous 0,9 volt par chaque unité de pile des dimensions indiquées plus haut; ce rendement est égal à 540 watts ou 3/4 de cheval. Comme il y a des pertes de chaleur et que du courant est nécessaire pour commander le compresseur à air, la puissance s'élève, en réalité, à 1/2 cheval par unité. Le courant est proportionnel à la surface du carbone. Les charbons employés sont fabriqués près de Buffalo et résistent à l'action de la pression de l'air et des liquides chauffés. Des essais faits sur l'appareil montrent qu'il n'y a aucune désintégration du carbone ni des électrodes de fer et qu'il n'y a pas de perte d'électrolyte. Des expériences délicates ont permis, toutefois, de constater un dépôt de 0,1 % de carbonate de sodium à la surface des baguettes de charbon, mais celui-ci ne paraît pas nuire au rendement de la pile.

Une compagnie pour l'exploitation de ce procédé s'est formée aux Etats-Unis et une usine va probablement être érigée à Indianapolis pour la fabrication des piles.

C. Smith.

§ 6. — Sciences médicales

Les différents insectes transmetteurs de la peste. — On a accusé successivement les puces, qui couvrent les cadavres des rats pesteux, les moustiques et les punaises. Le Professeur W. Hunter¹, bactériologiste du Gouvernement allemand à Hong-Kong, qui a eu l'occasion de voir un nombre considérable de pestiférés en 1903 et 1904, a fait porter ses recherches sur tous les insectes qu'il a trouvés soit dans les salles des malades, soit au cimetière, près de l'endroit où les cadavres étaient exposés.

Il a d'abord essayé de vérifier si le bacille était transporté par la surface du corps des mouches, et ses expériences ont été positives; de même, leurs matières fécales et leur intestin renfermaient des bacilles pesteux virulents; en outre, les mouches ne paraissent pas souffrir du tout de par l'hôte qu'elles portaient et celui-ci ne semblait pas modifié par son passage dans leur tube digestif. Enfin, des morceaux de sucre placés dans des tubes stériles où l'on avait ensemencé des mouches pestiférées donnèrent, après ensemencement, de belles cultures de bacilles pesteux.

Ces expériences furent faites aussi pour les blattes,

qui semblent jouer le même rôle que les mouches, pour les punaises, dont les matières fécales semblent surtout dangereuses, pour les moustiques et les poux, dont Hunter n'a pu établir le danger. De même, pour cet auteur, les puces seraient très peu ou même pas dangereuses, car il a essayé en vain d'inoculer des rats et des singes avec des puces infectées. Il semble donc que les insectes les plus dangereux sont les insectes non suceurs, en particulier les mouches, qui propagent la peste soit par leurs pattes, soit par la surface de leur corps et leurs matières fécales, qui souillent les vêtements, les plats et les aliments.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le canal de Suez. — On ne saurait parler du canal de Panama sans évoquer la destinée brillante du canal de Suez et sans se demander la répercussion possible du premier sur le second. Nous avons montré, dans une Note précédente¹, qu'au point de vue de l'Europe, le canal de Suez aurait pu à craindre, puisque le canal de Panama n'abrège les distances qu'à partir et à l'Est de la Nouvelle-Zélande. Pour les Etats-Unis même, les Indes, l'Indo-Chine et la Chine, — jusqu'à Hong-Kong, — c'est-à-dire les pays qui fournissent à la voie de Suez la plus grande partie de son trafic, restent plus rapprochés que par la route de Panama. Et l'on peut poser en principe que les grands chemins de fer transasiatiques, construits ou projetés, ne pourront jamais rivaliser avec les transports marins; en ce qui concerne, du moins, les marchandises, les tarifs des premiers resteront toujours fort supérieurs au fret des seconds. Le canal de Suez n'a pas plus à craindre la concurrence du transsibérien ou du futur chemin de fer de Bagdad que le canal de Panama n'aura à redouter celle du transandin ou du transcanadien.

Le mouvement de transit du canal présente une progression à peu près ininterrompue, comme on peut s'en rendre compte par le tableau suivant :

	NOMBRE de traversées	TONNAGE net	RECETTE provenant du droit special de navigation	NOMBRE des pas- sagers
1875 . . .	1.494	2.009.984	26.130.791	81.446
1880 . . .	2.026	3.057.122	36.192.620	104.351
1885 . . .	3.624	6.335.754	60.057.260	205.951
1890 . . .	3.389	6.890.094	65.127.320	161.353
1895 . . .	3.434	8.448.383	75.934.358	216.938
1900 . . .	3.441	9.738.152	87.278.481	282.511
1904 . . .	4.237	13.401.835	113.176.917	210.980

On peut dire que le canal présente en raccourci une image du développement du commerce mondial; en étudiant même la part respective des différents pavillons, on peut se rendre compte, par comparaison, des progrès économiques réalisés par les pays d'Europe et par les Etats-Unis. C'est ainsi que l'Angleterre réussit à maintenir ses trois cinquièmes du trafic total, que l'Allemagne a plus que triplé sa part en dix ans, tandis que, dans le même espace de temps, la nôtre n'a pas même doublé, et nous avons perdu le deuxième rang. Le Japon, parti de deux navires, avec 2.350 tonnes, en 1893, est arrivé, en 1903, à cinquante-trois navires, avec 220.966 tonnes. En 1904, les principaux pavillons ont été représentés par les chiffres ci-dessous :

PAVILLONS	NOMBRE de traversées	TONNAGE net
Anglais	2.679	8.833.929
Allemand	542	1.969.561
Français	262	777.742
Néerlandais	223	582.967
Australo-Hongrois	135	454.606
Italien	94	205.477
Russe	82	153.848
Divers	220	423.705
Total	4.237	13.401.835

¹ HENNER : *Centralbl. f. Bakter.*, 20 nov. 1905, Bd XL, II, 1, 43-50, et *Presse m. l.*, 1906, n° 6.

² Voir la *Revue* du 15 février 1906.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, le transit est alimenté en grande partie par les régions au delà de Suez, et tout particulièrement par les Indes et l'Extrême-Orient; aussi arrive-t-il que les fréquentes fluctuations qui se produisent dans les récoltes indiennes impressionnent le trafic du canal dans une proportion qui s'affaiblit dans la mesure du développement général des pays asiatiques. En 1904, on a noté, en milliers de tonnes, les destinations suivantes :

Côte orientale d'Afrique et les îles . . .	450
Bombay et côte occidentale de l'Inde . . .	3.033
Cambout et côte orientale de l'Inde . . .	4.006
Sonde, Siam, Philippines	1.722
Chine, Cochinchine, Japon	2.665
Australie	924
Autres régions	602
Ensemble	13.402

Il faut reconnaître que la Compagnie universelle du Canal maritime de Suez a fait les plus louables efforts pour adapter son entreprise aux exigences d'un tel développement. Elle a profité de sa prospérité financière pour favoriser le trafic. Le canal de 1883 avait 8 mètres de profondeur et 22 mètres de largeur. Le canal actuel a presque partout plus de 9 mètres de profondeur et sa largeur, à 8 mètres, est d'au moins 37 mètres; dans les courbes, qui toutes ont été rectifiées, la largeur minima a été portée de 22 mètres à 52 mètres¹. En 1883, il y avait douze gares, la largeur au droit de ces gares était de 37 mètres; elle a été portée à 52 mètres; la longueur de chacune d'elles a été considérablement accrue et leur nombre doublé. En 1883, 3.307 navires fréquentaient le canal, et le passage d'une mer à l'autre demandait quarante-huit heures en chiffres ronds. En 1904, grâce à l'éclairage et à la marche pendant la nuit, 4.237 navires ont transité, et la durée moyenne de leur passage a été de dix-huit heures. Quant aux échouages, leur proportion s'est abaissée de 85 %₀₀ à 15 %₀₀; elle n'est même que de 3 %₀₀, si l'on considère seulement les échouages nécessitant le concours des appareils de la Compagnie. Enfin, le droit de passage, perçu sur la capacité utilisable du navire et non sur la quantité de marchandises transportées, vient d'être abaissé à 7 fr. 25. Toutes ces mesures, jointes à l'œuvre remarquable d'assainissement accompli dans l'isthme, où la fièvre paludéenne exerçait ses ravages, témoignent de l'activité et de l'intelligence que la Compagnie apporte dans l'œuvre qui restera — par ses conséquences — une des plus importantes du siècle dernier.

P. Clerget.

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles de Freloury (Suisse).

¹ Cet agrandissement se reflète dans le tirant d'eau des navires qui transitent :

TIRANT D'EAU	PROPORTION % ₀₀ par rapport au nombre des traversées	
	1903	1902
Jusqu'à 7 ^m .50 inclus	8.9	884
De 7 ^m .51 à 7 ^m .60	25	22
De 7 ^m .61 à 7 ^m .70	43	33
De 7 ^m .71 à 7 ^m .80	35	23
De 7 ^m .81 à 7 ^m .90	21	11
De 7 ^m .91 à 8 ^m inclus	27	19

§ 8. — Enseignement

L'Assemblée générale de l'Université de Paris. — Depuis trois ans, l'Université de Paris, toutes Facultés réunies, tient chaque année une assemblée générale. Celle de 1906 a eu lieu le 24 février. Le recteur, M. Liard, a d'abord rendu compte de la situation morale et financière de l'Université; puis, il a exposé les résultats de la constitution des Universités provinciales, « heureux, a-t-il dit, de se reporter ainsi vers une œuvre à laquelle il a consacré les meilleures années de sa vie, parce qu'elles étaient pleines de foi et d'espérance, et des suites de laquelle il ne se désintéressera jamais ».

M. Liard a rappelé les principes de la constitution universitaire, franchises civiles et franchises scientifiques; puis il a montré les résultats généraux de la loi dans les centres d'enseignement supérieur. Grâce à cette loi, les Universités ont eu à leur disposition, depuis 1898, des crédits extraordinaires s'élevant à 8 millions.

En 1904, le dernier exercice réglé, elles ont encaissé plus de 1.800.000 francs de recettes ordinaires. Sur ces recettes, elles affectent chaque année environ 500.000 francs à des enseignements qu'elles ont créés. Le total de ces enseignements est de 220 : 34 chaires, 127 cours, 51 conférences et 11 emplois de lecteurs pour les langues étrangères. Elles ont créé 96 titres universitaires, les uns purement scientifiques, les autres d'un caractère pratique.

Enfin, M. Liard a terminé en présentant un tableau des caractères propres qu'ont réussi à se donner quelques-unes de ces Universités et des institutions qu'elles ont fondées. Ne pouvant les présenter toutes, il a choisi quelques types : Grenoble, Nancy, Besançon, Aix, Marseille, Rennes, Montpellier et Lyon.

Personnel universitaire. — M. Vallois, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique obstétricale à la Faculté de Médecine de Montpellier.

M. Merlin, aide-astronome à l'Observatoire de Lyon, est chargé, en outre, d'un cours complémentaire d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Lyon.

M. A. Robin, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique thérapeutique à la Faculté de Médecine de Paris (*fondation de M. le duc de Loubat*).

M. le Dr Bordas, préparateur de la Chaire de Médecine du Collège de France, est nommé directeur-adjoint du Laboratoire d'Hygiène générale et expérimentale dépendant de cette chaire.

M. Glangeaud, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Géologie à la Faculté des Sciences de Clermont, est nommé professeur de Géologie à ladite Faculté.

M. Boulanger, docteur ès sciences, maître de Conférences de Mécanique à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé professeur-adjoint à ladite Faculté.

M. Pollosson, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique gynécologique à la Faculté de Lyon.

M. Haushalter, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique des Maladies des enfants à la Faculté de Nancy.

M. le Dr Sébilleau, chirurgien des hôpitaux, est nommé Directeur des travaux scientifiques à l'Amphithéâtre d'Anatomie des Hôpitaux de Paris.



LE PROBLÈME DE L'ORIGINE DES LEVURES

Les premiers observateurs qui aperçurent des organismes vivants dans les liquides en fermentation constatèrent sans surprise qu'un milieu aussi insolite abritait des êtres différents de la population habituelle des eaux et du sol. Le besoin de cataloguer qui hante les naturalistes fit classer les levures d'abord parmi les animalcules monadiniens, puis parmi les Algues ou les Champignons. Ces rapprochements hésitants, incertains, étaient fondés sur des analogies plus ou moins plausibles dans la forme et la structure grossière. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les taxonomistes bornaient leurs aspirations à grouper dans la même catégorie les êtres les moins dissemblables. L'idée d'une filiation réelle entre les formes diverses enregistrées par les descripteurs ne s'offrait pas ou s'offrait à titre exceptionnel.

La conception transformiste de l'origine des espèces ne troubla pas, de longtemps, la sérénité des systématiciens. La façon même dont se posait le problème de l'évolution reconnaissait l'existence de l'espèce et en faisait une catégorie pratiquement immuable, puisqu'elle supposait la nécessité d'un temps démesuré long pour amener des changements appréciables.

Le problème de l'origine des levures n'est pas, à vrai dire, une question de phylogénie. Il s'agit simplement de savoir si les levures représentent un type à part d'êtres organisés, manifestant toujours et nécessairement les propriétés morphologiques et physiologiques qui ont conduit à les distinguer sous un nom spécial, ou bien si elles sont susceptibles de végéter sous une autre forme et d'exercer des actions différentes sur le milieu qui les nourrit.

Le polymorphisme des êtres inférieurs, notamment des Champignons, résulte en grande partie des actions variables de l'ambiance auxquelles ils sont susceptibles de se plier. Dès que l'on eut trouvé, dans la structure des levures, des preuves suffisantes de leurs affinités avec les Champignons, on fut naturellement conduit à penser que leurs caractères particuliers sont déterminés par l'action exceptionnelle des liquides fermentescibles.

Si réellement les levures sont des Champignons polymorphes, changeant de forme selon les conditions éthologiques, on peut songer à transformer les levures en Champignons moins excentriques en les cultivant dans les conditions propices au développement des moisissures, ou inversement à obtenir des levures en acclimatant les Champignons filamenteux aux milieux qui fournissent ha-

bituellement les organismes de la fermentation.

Il s'agit dès lors, non d'une vue théorique intéressant uniquement la spéculation philosophique, mais d'une hypothèse se prêtant à la vérification expérimentale. La solution du problème comporte des applications pratiques. Si nous arrivions à nous rendre maître du déterminisme par lequel des Champignons variés acquièrent la qualité des levures industrielles, nous pourrions fabriquer des levures nouvelles susceptibles d'être substituées aux vieilles races épuisées ou répondant, mieux que la flore dont disposent aujourd'hui les techniciens, aux besoins croissants, de plus en plus spéciaux, de mieux en mieux précisés, de l'industrie.

Disons-le tout de suite : ces applications pratiques ne sont pas encore à notre portée ; mais la question est posée sur un terrain rigoureusement scientifique. Les premiers résultats sont encourageants et méritent d'être connus. Tel est le but de cet article.

I

Avant d'apprécier ces résultats et de décider si, en parlant des levures, on a obtenu des Champignons différents et réciproquement, nous devons dire à quoi nous reconnaissons une levure.

Il n'est pas facile d'exprimer par une définition ce que l'on entend par levure, bien que ce terme soit employé couramment dans le langage vulgaire, comme dans la langue technique des industriels et des naturalistes. La difficulté que nous éprouvons à préciser le sens du mot levure vient justement, pour une bonne part, des points de vue divers auxquels on se place quand on parle de levures.

Il est plus simple de prendre un exemple sur lequel tout le monde est d'accord et d'analyser les propriétés de la plus banale des levures, le *Saccharomyces Cerevisiae* des botanistes, type des levures hautes des brasseurs.

Cet organisme est bien connu par les effets de sa végétation sur les liquides sucrés : le saccharose, le maltose sont dédoublés ; le sucre interverti donne de l'alcool avec un abondant dégagement d'acide carbonique produisant l'effervescence, qui a fait naître le terme de fermentation pour désigner le phénomène et celui de levure pour en désigner l'agent.

L'action industrielle de la levure relève de ses propriétés physiologiques. Le *S. Cerevisiae* sécrète, selon les conditions de son alimentation, les enzymes les plus variés : enzymes dédoublant soit les

hydrates de carbone (invertase, maltase, soit les graisses (lipase, soit les albuminoïdes (endotryptase, ferment lab), enzymes oxydantes, enzymes reducteurs, zymases ou enzymes alcooliques. Deux de ces produits, la maltase et l'alcoolase, interviennent dans la fermentation industrielle.

La structure du protoplasme reflète assurément ses propriétés physiologiques; mais nous ne savons pas saisir les rapports entre la production des enzymes et la constitution de l'organe sécréteur, si tant est qu'il soit morphologiquement distinct du protoplasme fondamental. On a désigné sous le nom de zymogène ou proenzyme des granulations qui se colorent autrement que le reste du cytoplasme. Ces mots indiquent avec trop de précision un rôle encore hypothétique, car les mêmes granulations, sous les noms de corpuscules métachromatiques ou de grains de volutine, sont envisagées avec autant de raison comme des substances de réserve. Quoi qu'il en soit, l'étude de ces formations

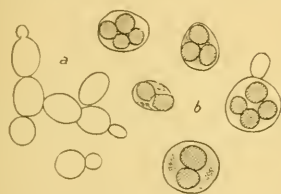


Fig. 1. — *Saccharomyces Cerevisiae*. — a, bourgeonnant; b, sporulant. D'après Hansen.

déliées ne nous fournit pas encore de points de comparaison utilisables pour définir les levures.

Pendant la période de vie active, le *Saccharomyces* est réduit à une cellule ovoïde, bourgeonnant des cellules qui deviennent semblables à elle et s'isolent, soit immédiatement, soit après avoir émis toute une série de cellules bourgeonnant à leur tour et formant avec la cellule initiale une colonie ramifiée à la façon d'un Nopal (fig. 1, a). Isolées ou associées, les cellules sont immobiles, munies d'une membrane rigide et dépourvues de chlorophylle.

Lorsque les conditions du milieu ambiant cessent d'être favorables à l'expansion de la levure, mais que, néanmoins, elle est encore assez vigoureuse pour pourvoir sur son propre fonds à la formation de cellules nouvelles, le globule issu de bourgeonnement cesse de bourgeonner à son tour. Son noyau se divise toutefois une ou plusieurs fois, et chaque noyau devient le centre d'une cellule nouvelle, qui prend le caractère d'une spore en se revêtant d'une coque résistante. Les spores restent enfermées dans la membrane primitive du globule et agglutinées entre elles par le résidu inemployé

de la cellule primitive (fig. 1, b). Leur nombre n'a rien de fixe : on en compte de 2 à 9. Leurs dimensions aussi sont variables, même dans un seul globule. Ce nombre et ces dimensions sont réglés simplement par la taille et la vigueur de la cellule au moment où elle a concentré en elle-même l'énergie qu'elle dépensait jusque-là à essaimer au dehors.

La caractéristique du *S. Cerevisiae* repose en définitive sur trois propriétés : c'est un puissant producteur d'enzymes; il s'étend et se propage par bourgeonnement; il se conserve par endospores.

II

Aucune de ces propriétés envisagée isolément ne suffit pour caractériser les levures.

Quelle que soit la valeur des produits sécrétés par le *S. Cerevisiae*, tant pour le profit de l'industriel que pour la nutrition de la levure elle-même, ils ne sauraient définir un groupe naturel, puisque les mêmes enzymes se retrouvent dans les sécrétions des végétaux les plus divers et même des animaux. Ses propriétés physiologiques rattachent simplement le *S. Cerevisiae* au groupe biologique des ferments figurés. Le mot levure n'a jamais pris un sens aussi large.

L'immobilité, la paroi ferme qui revêt la cellule, le mode d'expansion de l'appareil bourgeonnant en font un végétal, un Champignon, un Blastomycète. Mais les Blastomycètes ne constituent pas plus une famille naturelle que les ferments figurés. La végétation bourgeonnante qui les caractérise apparaît transitoirement chez un grand nombre de Champignons supérieurs.

Les Mucorinées elles-mêmes, du moins certaines espèces, cultivées à l'abri de l'air dans une solution sucrée, morcellent leurs filaments en articles qui s'arrondissent, se disjoignent, puis bourgeonnent simultanément par plusieurs points de leur pourtour, tandis qu'ils forment de l'alcool aux dépens du sucre. Ces propriétés morphologiques et physiologiques concomitantes, entrevues par Bail en 1857, précisées par MM. Filtz, U. Gayon, Hansen, portèrent à admettre une corrélation entre les formes bourgeonnantes et la fonction de ferment : d'où les noms de ferment sphérique, Kugelhefe ou levure en boule, donnés aux agents zymogènes issus des Mucorinées.

Dans ces derniers temps, M. Wehmer¹ a démontré que la forme morcelée et bourgeonnante est indépendante de la fonction ferment, notamment chez

¹ C. WEHMER: Unabhängigkeit der Mucorinengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe, *Ber. d. deut. bot. Ges.*, t. XXII, 1905. — Versuche über Mucorinengärung, *Centr. f. Bakt.*, 2, t. XIV, 1905.

les *Mucor racemosus* et *javanicus*. Le bourgeonnement est déterminé par l'absence d'oxygène et le trouble qui en résulte sur la végétation; la production d'alcool est aussi active dans les liquides aérés, bien que le Champignon y garde la forme filamenteuse.

On a beaucoup parlé, depuis quelques années, des levures chinoises. Les recherches inaugurées par M. Calmette ont établi qu'à côté des ferments alcooliques analogues à la levure de bière, elles renferment des Champignons zymogènes capables de saccharifier l'amidon, et que ces Amylomycètes sont des Mucorinées exerçant leur fonction de ferment sans cesser d'être formées de tubes ramifiés.

Il ressort de ces expériences qu'il n'y a pas, chez les Mucorinées, de rapport nécessaire entre la



Fig. 2. — Ferment sphérique de *Mucor circinelloides*.
(D'après Leger.)

végétation bourgeonnante et la fonction ferment. Le prétendu ferment sphérique des *Mucor* (fig. 2) s'écarte d'ailleurs morphologiquement et de la levure de bière et des formes bourgeonnantes issues de divers Eumycètes. Le globule n'y est pas une cellule typique, mais une vésicule plurinucléée, ainsi que l'a établi M. Maurice Leger⁴. Mais le concept morphologique de Blastomycète, appliqué exclusivement aux cellules typiques, ne cadre pas plus exactement avec le concept biologique de ferment figuré.

La capacité de donner des spores protégées par une membrane commune ne passe pas pour une propriété banale, comme la production d'alcool ou la végétation bourgeonnante. Si nous laissons de côté les Mucorinées et autres Phycmycètes, elle ne se manifeste régulièrement que dans la grande classe des Ascomycètes, à laquelle on surbordonne

les types imparfaits sous le nom d'Hémiascées. Les affinités du *S. Cerevisiae* ont paru fixées du jour où ses endospores furent connues et assimilées aux ascospores : ce qui est encore, à l'heure qu'il est, l'opinion classique. La levure de bière est donc envisagée comme le type, non plus seulement des ferments figurés ou des Blastomycètes, groupes hétérogènes, mais de la famille des Saccharomycètes, catégorie botanique circonscrite et occupant une place déterminée dans l'ordre naturel des Ascomycètes.

On admet donc aujourd'hui qu'il n'y a pas de levures vraies en dehors des Saccharomycètes, caractérisés par des asques très simples, s'organisant directement aux dépens des cellules végétatives. Toutefois, ce caractère ne cadre pas nécessairement avec les propriétés physiologiques qui justifient le nom de levures, ni avec le mode de végétation des principaux Champignons zymogènes. En d'autres termes, la réciprocité n'est pas vraie : tous les Saccharomycètes ne sont pas des levures.

M. Em. Chr. Hansen, celui de nos contemporains qui a contribué le plus puissamment aux progrès de l'industrie des fermentations et qui a le mieux compris, en même temps, tout l'intérêt qu'il y a, pour la zymotechnique, à préciser les caractères morphologiques des levures, a défini⁵ les Saccharomycètes vrais par la concordance des trois caractères relevés dans la levure de bière. Une section à part est réservée aux espèces qui ont les mêmes caractères morphologiques, mais qui ne sont pas d'actifs ferments. Quant aux *Schizosaccharomycetes*, qui sont bien des ferments endospores, mais qui isolent leurs cellules par scission, non par bourgeonnement, M. Hansen les exclut de la famille.

Les levures vraies forment un groupe naturel de plus en plus circonscrit, fermé, autonome. On pourra bien parler encore de leurs affinités au sens phylogénétique et les discuter d'après les airs de famille qu'elles présentent avec tel ou tel Champignon. Mais, si le genre *Saccharomycetes* est défini comme les genres *Morchella* ou *Peziza*, il serait aussi illusoire de chercher l'origine des levures que de chercher l'origine des Morilles ou des Pézizes. En un mot, si les organes reproducteurs des levures sont des asques, on n'obtiendra pas de levures en partant de Basidiomycètes, d'Ustilaginées, d'Ascomycètes supérieurs aux *Saccharomycetes*. Le problème de l'origine des levures, tel que nous l'avons posé, est insoluble.

Le débat semblait donc définitivement clos, et les auteurs classiques répétaient à l'envi que l'on

⁴ A. LÉGER : *Recherches sur la structure des Mucorinées*, Poitiers, 1895.

⁵ E. C. HANSEN : Grundlinien zur Systematik der Saccharomyceten. *Centr. f. Bakt.*, [2], 1. XII, 1901.

connaissait des formes bourgeonnantes et des ferments issus de Champignons variés, mais que jamais ces formes levure ne donnaient des asques et des endospores comme les *Saccharomyces*. Une découverte récente a tout remis en question.

III

Ce fait nouveau est la formation de spores internes semblables aux prétendues ascospores des *Saccharomyces* dans des globules bourgeonnants issus d'un Champignon filamenteux d'organisation complexe, le *Manginia ampelina*. Une donnée aussi imprévue ne saurait être acceptée sans un contrôle sévère; les causes d'erreur abondent dans l'appréciation du polymorphisme des Champignons et nous savons, en particulier, combien les cultures sont sujettes à la contamination par les levures, dont les germes subtils, répandus à profusion autour de nous se développent dès qu'ils rencontrent un milieu propice. Il n'est donc pas



Fig. 3. — Stroma conidifère de *Manginia ampelina*. Gr. 450. (Viala et Pacottet.)

superflu de résumer les expériences méthodiques à l'aide desquelles MM. Viala et Pacottet¹ ont démontré qu'une levure vraie, un *Saccharomyces* au sens d'Hansen, provenait du Champignon qui cause l'anthracnose de la vigne.

On savait de vieille date que les chancres qui apparaissent sur les sarments verts, les feuilles, les jeunes grains de raisin se couvrent d'un stroma conidifère (fig. 3). Cette fructification imparfaite avait fait rattacher le Champignon de l'anthracnose au groupe provisoire des Mélanconiées. De Bary l'avait nommé *Sphaeloma ampelinum*; mais la création d'un genre nouveau n'était pas justifiée par le peu que l'on connaissait du parasite et Saccardo le réunit aux *Glaeosporium*.

MM. Viala et Pacottet obtinrent des cultures en bouturant le mycélium sur un milieu solide formé de jus de jeunes feuilles gélées et stérilisée à basse température. Une fois acclimaté aux terrains artificiels par ce premier passage sur un support, inerte il est vrai, mais différant peu, par ses qualités physico-chimiques, de l'organisme dont il provient, le parasite se laisse cultiver dans des milieux

variés, solides ou liquides et y donne des fructifications beaucoup plus compliquées que les *Glaeosporium*. Ce sont des conceptacles en forme de sac arrondi muni d'un ostiole, ou irrégulier avec

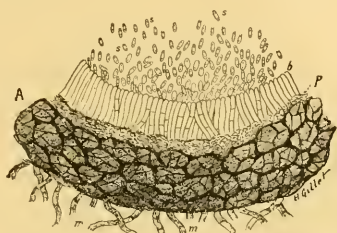


Fig. 4. — Paroi d'une spermogonie de *Manginia ampelina*. Gr. 500. (V. et P.)

ostioles multiples dans le cas de conecrescence de plusieurs conceptacles élémentaires. Ces conceptacles ont une paroi hautement différenciée : on y distingue une couche externe pseudo-parenchymateuse, charbonneuse, cassante, une couche interne, stromatique, claire, tapissée elle-même d'un duvet de tubes fertiles (fig. 4, 5). Ils ont, en un mot, la structure des périthèces des *Pyrenomyces*; mais on n'y trouve pas d'asques; la couche fertile forme seulement des conidies terminales. Il ne s'agit donc pas d'une Mélanconiée ni d'un *Glaeosporium*; nous sommes en présence d'un genre nouveau, que Viala et Pacottet nomment *Manginia* « en le rapprochant du groupe provisoire des Sphaeropsidées-Sphaerioidées, jusqu'au moment où la connaissance des périthèces permettra de le mettre à sa vraie place dans les Ascomycètes-Pyrénomycètes ».

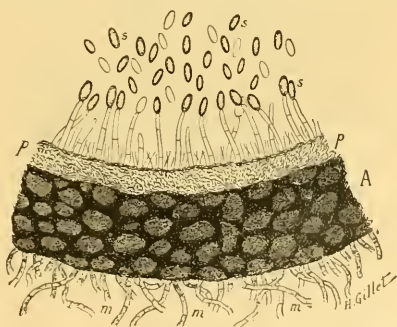


Fig. 5. — Paroi d'une pycnide de *Manginia ampelina*. Gr. 500. (V. et P.)

Les conceptacles sont de deux sortes : les uns, plus petits, à paroi plus délicate, renferment des spores bacillaires ou spermatis : ce sont des spermogonies (fig. 4, 6); les autres ont une taille plus élevée, une couche charbonneuse plus compacte,

¹ VIALA et PACOTTET : Sur la culture et le développement de l'anthracnose. *Rev. de Vitic.*, 1904. — Nouvelles recherches sur l'anthracnose. *Ibid.*, 1905.

des conidies ovales plus grandes ou stylospores : ce sont des pycnides fig. 5, 7). Les spermaties sont identiques aux conidies observées primitivement sur la vigne et rapportées aux *Gibbosporium* com-



Fig. 6. — Spermogonies de *Manginia ampelina*. Gr. 100. Viala et Pacottet.

parez les fig. 3 et 4. A côté des spermogonies typiques, les cultures offrent des conceptacles à large ouverture formant passage vers les coussinets découverts (fig. 8).

Les cultures renferment encore des appareils reproducteurs beaucoup plus simples, réduits par exemple à des houppes conidifères. L'appareil végétatif offre toutes les variations entre les trames

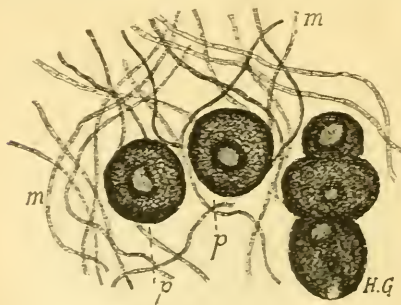


Fig. 7. — Pycnides de *Manginia ampelina*. Gr. 100. V. et P.

aranéuses incolores et les sclérotés compactes en passant par les tubes variqueux, les chlamydospores noires, les kystes, etc. Nous ne saurions détailler ici tous ces états, décrits avec le plus grand soin par MM. Viala et Pacottet. Qu'il nous suffise d'observer que le *Manginia* présente un polymorphisme indéfini et que toutes les formes issues les unes des

autres dans les cultures pures ont été reproduites sur les organes de la vigne placés, au laboratoire, à l'abri des contaminations extérieures. Toutes ont été retrouvées dans le vignoble. (La figure 9 nous montre les spermogonies sur les grains de raisin.)

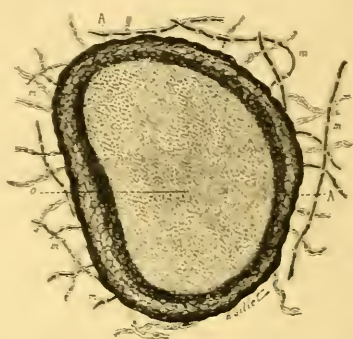


Fig. 8. — *Manginia ampelina*. Forme intermédiaire entre le stroma conidifère et la spermogonie. Gr. 300. V. et P.

Si les précautions de la méthode expérimentale étaient seules capables de démontrer leur commune filiation, leur présence en pleine campagne établit que ces formes diverses ne sont pas des produits artificiels.

Comme il ressort de ce rapide aperçu, le Champignon qui a fourni des levures à MM. Viala et Pacottet appartient à un groupe élevé et présente une complexité de structure qui n'est pas prévue dans la définition des *Saccharomycètes*.

Venons au fait de la production des levures. Nous citerons à peu près textuellement le Mémoire de MM. Viala et Pacottet : Dans nos essais, bien souvent répétés, disent-ils, quand nous chargeons nos milieux de culture en matière sucrée, la trame mycélienne se produit tout d'abord au pourtour du point de semis, que ce semis ait été fait avec mycélium, conidies en bâtonnet, spermaties, stylospores ou conidies de sclérotés. Les premières branches mycéliennes sont à calibre fin et régulier peu cloisonné. Mais bientôt les cloisons se rapprochent,



Fig. 9. — Spermogonies de *Manginia ampelina* sur grains de raisin. V. et P.

le mycélium devient très variqueux, rétréci fortement au niveau des cloisons. Les rétrécissements s'accroissent et les fragments se séparent sous forme de spores. Ce ne sont pas des chlamydospores, car, dans les milieux sucrés, on voit ces nouvelles pro-



Fig. 10. — *Levure d'anthraxose*; formes bourgeonnantes. Gr. 1.200. (V. et P.)

ductions mycéliennes bourgeonner, le bourgeon grandir et se séparer en une nouvelle forme identique à la cellule-mère, et la multiplication se poursuit ainsi d'une façon indéfinie. Ce sont de vraies formes levures par leur multiplication. Baignier, en 1883, a décrit en termes presque identiques la naissance du ferment sphérique du *Mucor racemosus* par disjonction du thalle, puis par bourgeonnement.

La levure de l'anthraxose rappelle les types des diverses levures sauvages; elle se rapproche davantage des levures apiculées, mais elle tient aussi des levures ellipsoïdes (fig. 10). Si l'on resème les éléments globuleux en série dans des milieux sucrés, on obtient exclusivement des formes semblables: la forme bourgeonnante est fixée. Le retour aux formes filamenteuses, qui s'effectuait d'abord par simple changement de milieu, devient de plus en plus difficile à mesure que le *Manginia* s'accoutume aux liquides sucrés. Il a fallu près de cinq mois pour régénérer les Champignons qui avaient été maintenus à l'état bourgeonnant durant quatre mois.

Le *Manginia* bourgeonnant est encore une levure par ses fonctions. Dans les milieux sucrés à dose variée, il fournit au bout d'un mois 1 % d'alcool. La fermentation est lente et ne s'accompagne pas de dégagement apparent de gaz. Le taux de 1 % d'alcool ne marque pas la limite du pouvoir ferment de la levure, mais la limite de sa tolérance à

l'égard de l'alcool. En effet, on arrête d'emblée sa croissance en la plaçant dans un liquide contenant d'avance 1 % d'alcool; au contraire, si l'on chasse l'alcool fabriqué par le *Manginia*, la végétation repart jusqu'à accumulation d'une nouvelle dose de 1 % d'alcool.

On parvient à accoutumer la levure à des doses croissantes d'alcool. Les premiers essais tentés dans cette direction ont déjà fourni un résultat sensible. Dans des expériences en cours, MM. Viala et Pacottet ont obtenu jusqu'à 1,5 % d'alcool à la fois. La levure d'anthraxose se perfectionne donc dans ses fonctions zymogènes, de même qu'elle se fixe dans sa forme blastomycète.

La persistance de la forme levure n'est pas limitée par la durée du milieu qui l'a provoquée. Les globules bourgeonnants produisent directement des organes de conservation de deux sortes: ce sont, d'une part des cellules durables, différant seulement du globule actif par l'épaisseur de la membrane, d'autre part des sacs endosporés.

Les cellules durables apparaissent principalement sur les supports solides, en milieu épuisé, relativement sec et soumis à l'action de l'air: ce sont des globules plus volumineux que les éléments actifs et munis d'une membrane double dont la couche externe est brune et rigide. Reportées en milieux sucrés, elles régénèrent la forme bourgeonnante (fig. 11). Will a observé les mêmes formations dans des levures basses de brasserie et dans des levures sauvages (fig. 12). Mais, si les cel-

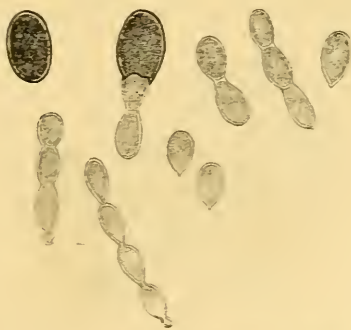


Fig. 11. — *Levure d'anthraxose*; cellules durables. Gr. 900. V. et P.

lules durables marquent une nouvelle analogie avec les *Saccharomyces*, elles rentrent dans la catégorie des productions banales connues sous le nom de chlamydospores, auxquelles on n'attribue aucune valeur pour fixer les affinités.

Il en est autrement des endospores. Apparaissant régulièrement dans des conditions déterminées, par

exemple quand des cellules vigoureuses, portées brusquement sur plâtre, s'y trouvent sevrées de leur copieuse nourriture, elles sont considérées comme le caractère essentiel, le signe distinctif des *Saccharomyces*.

Les levures d'anthraxose, soumises aux mêmes



Fig. 12. — Cellules durables d'une levure *lisse* de brasserie. (D'après Will.)

conditions de culture que les levures industrielles et étalées sur du plâtre humide, ont, dans de nombreux essais, donné toujours le même résultat. Beaucoup de globules grandissent jusqu'à 9-11 μ de diamètre; le protoplasme se sépare de la membrane primitive et donne naissance à 1-3 spores munies d'un noyau et d'une membrane propre. Les premières spores internes apparaissent dès le quatrième ou le cinquième jour et, au bout du sixième, la plus grande partie des globules a sporulé. On observe, en un mot, les mêmes phénomènes que dans la formation des organes considérés comme



Fig. 13. — Sporycytes de la levure d'anthraxose. Gr. 1 000. (V. et P.)

des asques chez le *Saccharomyces Cerevisiae* (fig. 13).

Les endospores sortent de l'enveloppe commune, restée flexible et incolore quoique assez épaisse; elles sont ovales, très réfringentes, à protoplasme homogène et sans granulations (fig. 14). Semées sur un milieu sucré, elles se gonflent et donnent d'emblée des globules bourgeonnants.

Si nous n'avions eu sous les yeux que la forme Blastomycète fixée, avec ses éléments végétatifs bourgeonnants faisant fermenter les sucres et ses éléments conservateurs (chlamydospores et sacs endospores), nous l'aurions, sans hésiter, classée parmi les *Saccharomyces*. Mais il est incontestable qu'elle appartient au *Manginia ampelina*. Son origine a été suivie pas à pas à partir des éléments les plus divers du parasite de la vigne semés isolément dans les liquides sucrés. La contre-épreuve réussit également et ne laisse aucune place au doute.

Les levures fixées par de nombreux passages dans les milieux appropriés n'ont pas perdu définitivement la propriété de régénérer les formes filamenteuses productrices de coussinets conidiens, de spermogonies, de pycnides et de donner l'anthraxose à la vigne. Par les diverses méthodes de purification des levures, MM. Viala et Pacotlet ont obtenu des colonies issues d'une cellule levuriforme unique. En appliquant aux générations provenant

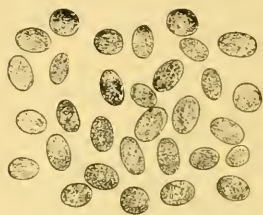


Fig. 14. — Endospores de la levure d'anthraxose. Gr. 1.000. (V. et P.)

de cette semence pure les procédés d'entraînement qui avaient fourni la race levure, mais en sens inverse, ils ont obtenu successivement, en milieux solides, non sucrés, des thalles filamenteux, avides d'air, qui donneront les conceptacles compliqués du *Manginia* et tout d'abord les spermogonies. Le retour est d'une excessive lenteur si l'on maintient le Champignon à une température constante et assez élevée (28° C.), lors même que la constitution physico-chimique du milieu (solide et non sucré) répond aux conditions primitivement favorables au maintien de la végétation filamenteuse. Il est une seule circonstance dans laquelle les aptitudes ataviques sont brusquement réveillées : elle se trouve réalisée quand les levures fixées sont transportées en juin à la surface des grains exposés à la vive lumière de l'été et à l'action intense de l'air. Le retour de la levure au mycélium demande environ un mois dans ces conditions et les chancres se développent comme dans les vignobles spontanément envahis.

Nous sommes en possession d'un fait solidement établi. Le *Manginia ampelina*, qui donne sur la

vigne ou dans les cultures des spermogonies et des pycnides caractéristiques des *Sphaeropsidées*, est susceptible de végéter à la façon des levures et de produire, dans ces conditions, les organes endosporés considérés comme des asques chez les *Saccharomycètes*.

IV

Les asques représentent, partout où ils sont connus, le dernier terme de l'évolution ontogénique, l'organe reproducteur par excellence, le produit le plus parfait de la différenciation histologique. Ils n'apparaissent isolés et épars sur la trame végétative que chez les types inférieurs. Toute espèce assez élevée pour élaborer des massifs

cellulaires forme ses asques à l'abri des massifs les plus compliqués. Chez les Ascomycètes pourvus de pycnides ou de spermogonies, les asques se forment dans des conceptacles semblables; nous ne connaissons point d'exception à cette règle. Aussi MM. Viala et Pacottet n'hésitent-ils pas, dans leur premier Mémoire, à annoncer que la découverte des périthèces du *Manginia* permettrait un jour de fixer sa vraie place parmi les Ascomycètes-Pyrénomycètes.

Cet espoir ne s'est pas réalisé jusqu'ici. Nous n'avons pas lieu d'en être surpris, si nous songeons que d'autres parasites de la vigne, le *Dematophora* (ou *Itosellinia*) du pourridié, le *Guignardia* du black-rot, dont les périthèces ont été rencontrés dans la Nature, n'ont jamais fourni, en culture, de fructifications supérieures aux conceptacles à conidies. Ils ont pourtant été soumis, comme l'agent de l'anthracnose, aux essais expérimentaux les plus variés et les plus sagaces.

Mais la question change de face, s'il est démontré que le *Manginia* produit des asques directement aux dépens des globules levuriformes sans protéger leur naissance et sans préparer la dispersion de leurs spores en formant des périthèces, si cette espèce, en un mot, réalise ce paradoxe de s'élever au niveau des Pyrénomycètes dans la production des organes accessoires de dissémination et de descendre au niveau des Champignons les plus inférieurs quand il forme ses fructifications essentielles.

Les sacs endosporés du *Manginia* ont-ils réellement la valeur d'asques? Ils l'ont au même titre que ceux de la levure de bière, et nous ne saurions la contester chez l'un sans la contester chez l'autre, sans remettre en question l'autonomie du groupe des *Saccharomycètes* qui n'a pas d'autre base. La question, on le voit, n'est pas oiseuse. Ce n'est pas une querelle de mots, car les termes asque, ascospore, désignant des organes bien définis, répondent à une idée claire. Ils ont une signification précise qu'il ne faut pas perdre de vue.

Qu'est-ce qu'un asque? On dit un peu à la légère que c'est une variété de sporanges, que les ascospores sont des formations endogènes. J'écarte ces deux expressions incorrectes et fallacieuses. L'asque n'a pas une enveloppe vivante formée d'une couche de cellules comme le sporange des Fougères; c'est un simple sporocyste (σπορά σενεμα, σπότης vessie). L'asque n'est pas une cellule-mère engendrant des cellules-filles distinctes d'elle-même, car elle cesse d'être une cellule au sens biologique, une énergie, par le fait même de son morcellement en spores. La substance granuleuse qui persiste entre les spores, et que l'on est convenu d'appeler épiplysma, ne garde pas plus d'individualité à l'égard des spores que la membrane commune qui les revêt.

¹ Depuis que cet article est écrit, MM. Viala et Pacottet ont poursuivi leurs recherches sur un parasite du Platane qui a été rangé, comme l'agent de l'anthracnose, dans le genre *Gloeosporium*.

Déjà, dans le Mémoire auquel nous avons fait de nombreux emprunts, ces observateurs avaient consacré quelques lignes au *Gl. nervisequum* (*Hymenula Platani* Leveillé). En appliquant à ce Champignon les procédés de culture qui les avaient conduits à fixer le polymorphisme du *Manginia ampelina*, ils avaient obtenu, dans les mêmes conditions, les mêmes formes de reproduction: spermogonies, pycnides, kystes, levures, cellules durables, conidiophores, etc.

Le fait nouveau récemment signalé par MM. Viala et Pacottet (*C. R. Acad. Sc.*, 19 février 1906, p. 438), c'est que les levures du *Gloeosporium* du Platane donnent des endospores aussi nettes que le *Manginia*. Chaque sporocyste en renferme de quatre à douze, le plus souvent huit.

Les levures du Platane forment aussi des cellules durables, ne différant de celles du *Manginia* que par une forme plus sphérique ou polygonale et une surface rugueuse.

La même rugosité, accompagnée de craquelures, se retrouve dans la membrane des kystes endospores nés sur le trajet des filaments.

Les diverses formes conservatrices issues de l'appareil végétatif sont donc reliées entre elles par des transitions insensibles. Elles apparaissent comme des manifestations variées d'une même adaptation chez le Champignon du Platane aussi bien que chez le parasite de la Vigne.

Il est intéressant de constater que la production de levures endospores par un Champignon à pycnides n'est pas un phénomène isolé. Mais la dernière observation de MM. Viala et Pacottet prend une importance spéciale si on la rapproche des récentes découvertes de M. Klebahn, complétant les expériences antérieures de Beauverie. Klebahn: *Unters. n. einige Fungi imperfecti und die zugehörigen Ascomyceten-Formen. Jahrb. für wiss. Botanik*, t. XLI, 1905, sur les feuilles de Platane tuées par le *Gloeosporium* et conservées pendant l'hiver apparaissent des fructifications ascospores de *Gnomonia veneta* Sacc. et Spez. Kleb.

On obtient des cultures identiques en partant des ascospores ou des conidies: les provisions de MM. Viala et Pacottet sur l'existence de véritables périthèces chez le *Gloeosporium* de la Vigne sont donc justifiées par l'observation et les expériences de Klebahn sur le *Gloeosporium* du Platane. Les sporocystes des *Saccharomycètes* coexistent dans une même espèce avec les fructifications des Ascomycètes supérieurs. C'est la meilleure preuve que les organes reproducteurs caractéristiques des *Saccharomycètes* ne sont pas des asques et que les levures ne forment pas un groupe autonome. Les expériences de MM. Viala et Pacottet sur le *Gloeosporium* du Platane seront publiées prochainement avec 42 figures dans les *Annales de l'Institut agronomique*.

Les ascospores ne sont pas des formations endogènes; nous ignorons si une nouvelle génération commence avec elles.

Les asques sont définis dans leur forme et dans leurs dimensions; ils contrastent avec les éléments qui les portent, lors même qu'ils ne naissent pas dans des fructifications complexes; les ascospores présentent un haut degré de constance dans leur nombre, leur taille, leur structure souvent compliquée. Au contraire, les spores des *Saccharomyces* sont indéterminées dans leur taille et dans leur nombre; leur forme est aussi simple que celle de la vésicule qui les enveloppe. A cet égard, le *S. Cerevisiae* est inférieur, non seulement aux Ascomycètes, mais aux Hémiascées. Les sporocystes sont même beaucoup mieux définis chez les Phycomycètes, où ils représentent pourtant de simples organes accessoires de dissémination, à côté d'ospores dans lesquelles s'est concentré le processus



Fig. 15



Fig. 16

Fig. 15. — Globules bourgeonnants et endospores issus d'une ascospore de *Cucurbitaria*. (D'après Cavara.)

Fig. 16. — Endospores chez le *Dematium pullulans*. (D'après L. Planchon.)

sexuel, ou de zygospores qui en sont une modification.

La morphologie comparée nous montre chez les Ascomycètes toutes les gradations entre les fructifications compliquées et le thalle purement végétatif; mais, dès que nous arrivons aux types les plus rudimentaires, tous les liens positifs sont rompus et nous sommes livrés aux conjectures. Lindau l'a bien compris lorsqu'il dit : « Nous pouvons considérer, soit comme un type de simplicité primitive, soit comme un type réduit de la formation des asques, la sporulation de certaines levures, chez lesquelles un certain nombre de spores apparaissent dans les cellules végétatives à la suite des divisions nucléaires correspondantes... ce cas n'est pas tout à fait clair¹. »

Il l'est si peu, qu'à défaut de données positives montrant, soit la réduction de l'asque classique à la simplicité du sporocyste de la levure de bière, soit le progrès du sporocyste inférieur jusqu'au

degré de perfection de l'asque authentique, nous ne nous sentons nullement enchaînés par les termes du dilemme posé par Lindau et nous sommes tentés de comparer les sacs endospores des levures à une série de sporocystes qui n'a rien de commun avec les asques et auxquels on n'a pas, jusqu'ici, prêté grande attention.

Cavara¹ figure des globules bourgeonnants

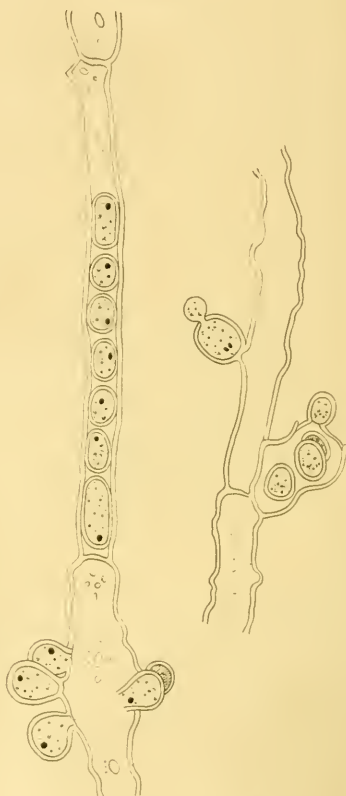


Fig. 17. — Globules internes chez l'*Epidermomyces albicans*. Gr. 2.300. (Orig.)

obtenus en semant dans des liquides nutritifs des ascospores de *Cucurbitaria pithyophila*; l'un d'eux, encore adhérent à la spore septée, contient trois cellules dans son intérieur (fig. 15).

Jørgensen² signale des espèces de *Dematium* endosporees, développant des générations bour-

¹ LINDAU : Allgemeine Morphologie... der Eumyceten. — In LAFAR : Handbuch der technischen Mykologie, I. 1. 1903. (G. Fischer.)

¹ CAVARA : Ueber eine Pilzkrankheit der Weisstanne. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, I. VII, 1897; pl. 6, fig. 6, c.

² JØRGENSEN : Les microorganismes de la fermentation. Paris, 1899.

geonnantes qui produisaient également des spores internes, « c'est-à-dire des *Saccharomycètes* ».

Louis Planchon¹, cultivant le *Dematium pullulans* sur du bois stérilisé dans une solution d'acide gallique, constate que la division cellulaire se fait souvent à l'intérieur de la cuticule, qui reste comme une enveloppe commune à 2-4 cellules bien distinctes au dedans (fig. 16).

Le Champignon du muguet (*Endomyces albicans*), à côté des sporocystes dont nous avons fait des asques, en raison de la forme, de la structure, du nombre défini de leurs spores, présente, soit dans les filaments, soit dans des vésicules plus ou moins renflées, des globules internes semblables aux bourgeons ordinaires, et dont le nombre, la forme, les dimensions varient comme l'espace où ils se développent (fig. 17).

Le *Manginia ampelina* lui-même produit, dans les chancres de l'antracnose, aussi bien que dans les cultures pures, des filaments variqueux dont les renflements s'entourent d'une membrane épaisse qui leur a valu le nom de kystes (fig. 18). Sous l'enveloppe commune, le contenu des kystes s'isole en une ou plusieurs spores (fig. 19). Les spores kystiques sont subsphériques ou ovoïdes, de dimensions assez régulières, quoique provenant de kystes variés. Leur membrane est de moyenne épaisseur, incolore ou légèrement fuligineuse. Leur germination donne, selon les circonstances, soit des filaments, soit des éléments en chapelets, qui, bientôt, se séparent en globules bourgeonnants.

La formation des kystes endospores sur le trajet des filaments, comme celle des globules endospores

au milieu de la végétation levuriforme, se réalise quand les conditions extérieures deviennent défavorables à l'expansion des éléments munis de réserves alimentaires par une vigoureuse végétation antérieure. Les influences du milieu, prépondérantes dans l'appari-

tion des kystes, ne le sont pas moins dans l'apparition des prétendus asques des *Manginia* ou des *Saccharomycètes*. Elles le sont à tel point que l'on a pu formuler de véritables recettes pour l'obtention des spores de levures. Chez les ferments industriels, il se les procure à coup sûr, et dans un délai strictement déterminé, quand il transporte sur plâtre, à une température réglée pour chaque espèce, les levures amenées à leur maxi-

mum de vigueur dans un milieu fermentescible. En variant les actions du milieu, il a pu, d'autre part, supprimer d'une façon plus ou moins durable, chez certaines races, la capacité de donner des spores.

Le même procédé réussit pour faire sporuler la levure d'antracnose. Il nous a aussi permis² d'obtenir des pseudo-asques chez un organisme qu'on ne sera pas tenté de classer parmi les *Ascomycètes* : il s'agit d'une bactérie voisine du ferment butyrique de Pasteur, le *Clostridium disporum*. Transportée sur plâtre humide, cette bactérie forme dans ses bâtonnets renflés une ou deux spores réfringentes (fig. 20).

Les asques véritables ne sont pas de simples produits d'adaptation du thalle obéissant régulièrement aux ordres de l'expérimentateur : ils ne se plient pas aux règles qui conviennent pour obtenir les spores de levures. Cela ne saurait nous surprendre, puis-

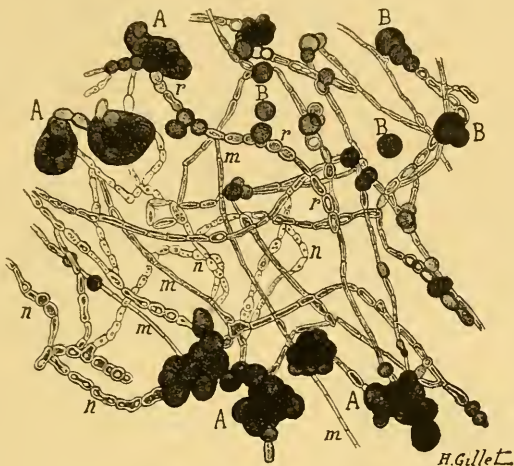


Fig. 18. — Kystes de *Manginia ampelina*. Gr. 500. V. et P.)



Fig. 19. — Kyste pa-
lyspore de *Manginia*
ampelina. Gr. 1.000.
V. et P.



Fig. 20. — Endospores chez le
Clostridium disporum. Orig.
Gr. 2.300.

¹ L. PLANCHON : Influence de divers milieux chimiques sur quelques Champignons du groupe des *Dematiées*. *Ann. Sc. nat., Bot.*, 8^e s., t. XI, 1900.

² VUILLEMIN : Sur les organes reproducteurs chez les Bactéries. *Bull. Soc. Sc. de Nancy*, 1903.

que les asques apparaissent aujourd'hui comme une fructification définie, dernier terme de l'évolution progressive de l'organisme.

Tant que nous cherchons à reconnaître l'asque à ses caractères superficiels ou aux conditions dans lesquelles il apparaît, nous n'avons donc aucune raison de lui rattacher les vésicules endospores de *Manginia ampelina* ou des *Saccharomyces*.

V

Les recherches cytologiques ont amené à assigner aux asques un caractère plus précis que la fixité de la forme et du nombre des spores, que l'agencement en fructifications plus ou moins complexes. Le noyau, qui, par sa division, fournira les noyaux des ascospores, se distingue des noyaux végétatifs parce qu'il procède de la fusion de deux noyaux. Dangeard¹ a insisté sur la généralité de



Fig. 21. — Caryogamie chez l'*Exoascus deformans*. D'après Dangeard.

ce phénomène, dont l'importance n'échappera à personne.

Contrairement à la complication des organes sporogènes, la caryogamie n'admet pas de degrés. Elle est aussi nette chez les Ascomycètes qui ressemblent aux levures par la simplicité de leur appareil reproducteur et de leur appareil végétatif que chez les Pézizes ou les Morilles. C'est ce que nous montrent les *Exoascées*, parasites des plantes supérieures (fig. 21).

Ce phénomène si net n'a pas été observé dans les sacs endospores du *Manginia* et rien ne porte à en soupçonner l'existence.

Il a été recherché chez le *S. Cerevisiae*. Janssens et Leblanc² ont cru l'entrevoir. Le noyau qui va subir la première division, prélude de la formation des spores, commence par se gonfler. A ce moment, on aperçoit à la place du noyau deux masses s'individualisant juste assez pour se réunir de nouveau. Cette séparation temporaire des portions d'un noyau est difficilement comparable au rapprochement et à la conjugaison de deux noyaux d'abord distincts et nettement circonscrits; mais le fait même sur lequel s'appuient Janssens et Leblanc

n'a pu être vérifié par les observateurs les plus experts dans ce genre de recherches, tels que Wager et Guillaumond; ce dernier nous explique même comme une méprise la description de ses devanciers, car il a observé de simples vacuoles remplies de granulations métachromatiques qui masquent le véritable noyau et qui donnent parfois l'illusion de deux noyaux en conjugaison. C'est donc un fait acquis que, chez le *S. Cerevisiae*, la caryogamie n'existe pas plus dans la cellule-mère des spores que dans les cellules bourgeonnantes.

Hirschbruch³ tourne la difficulté en avançant que le processus sexuel, dont la caryogamie serait un cas particulier, se manifeste dans les globules bourgeonnants comme dans les cellules sporifères. Dans cette théorie, chaque cellule serait hermaphrodite; toute division nucléaire, même dans le simple bourgeonnement, serait précédée d'une autofécondation par union du noyau avec un corpuscule spécial jouant le rôle d'élément fécondateur. Mais les descriptions sur lesquelles s'appuie cette curieuse conception ne nous paraissent pas plus claires qu'à Schwellengrebel⁴ et à Alb. Klöcker. Elles nous montrent du moins que l'on n'a pas reculé devant les tentatives les plus hardies pour chercher la preuve de l'homologie des sporocystes des levures avec les asques.

Fondée ou non, la théorie de Hirschbruch revient à dire que toutes les cellules de la levure sont également reproductrices. C'est une nouvelle manière d'exprimer le défaut de différenciation entre l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur. La même idée a été exprimée inconsciemment par les observateurs d'occasion qui appelaient asques tous les globules levuriformes, ou qui décrivaient comme spores toutes sortes de granulations incluses dans le protoplasme des Blastomycètes pathogènes.

Quelle que soit la valeur théorique qu'on lui assigne, la caryogamie caractéristique de l'évolution de l'asque et distinguant cet organe des autres cellules de la plante fait défaut chez le *S. Cerevisiae*. Pour rattacher ses sporocystes à l'asque tel que l'entendent aujourd'hui les cytologues, il faut recourir à l'hypothèse de l'apogamie. Guillaumond⁵ s'est fait le champion de cette théorie en invoquant des phénomènes de fusion nucléaire observés chez des organismes ressemblant plus ou moins aux levures. Nous ne pouvons négliger ces indications.

¹ HIRSCHBRUCH : *Centr. f. Bakt.*, 2^e t. IX, 1902.

² SCHWELLENGREBEL : *Ann. Inst. Pasteur*, 1905.

³ GUILLIUMOND : *Rech. sur la germination des spores et la conjugaison chez les levures. Rev. gen. de Botanique*, t. XVII, 1905.

⁴ DANGEARD : *Le Botaniste passionné*.

⁵ JANSSENS et LEBLANC : *La Cellule*, t. XIV, 1898.

Schionning, le premier¹, découvrit que, dans le *Schizosaccharomyces octosporus*, le sporocyste résulte de la fusion de deux cellules séparées d'abord par une cloison. Hoffmeister² aperçut dans le jeune sporocyste un noyau unique, résultant vraisemblablement de l'union des deux noyaux des cellules conjuguées. Guillaumond³ suivit le phénomène dans tous ses détails et mit la caryogamie hors de doute en laissant de côté les numérations chromatiques qui n'ont pas encore donné de résultats certains chez les champignons plus ou moins levuriformes.

Barker⁴ retrouve un processus identique chez une levure bourgeonnante que Saccardo et Sydow nomment *Zygosaccharomyces Barkeri* (fig. 22). Guillaumond y précise également les phénomènes de fusion nucléaire.

Les *Schizosaccharomyces*, que Hansen abandonne sur le seuil de la famille des Saccharomycètes, et les *Zygosaccharomyces*, qu'il y fait ren-

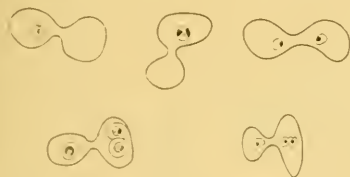


Fig. 22. — Conjugaison des globules chez le *Zygosaccharomyces Barkeri*. D'après Guillaumond.

trer, répondent donc au mot d'ordre exigé actuellement pour introduire un Champignon dans la classe des Ascomycètes.

Chez d'autres levures, la fusion cellulaire, avec ou sans fusion de noyaux, est également connue; mais elle ne précède pas la formation de sporocystes. Dans une levure de vin peu différente du *S. Cerevisiae*, découverte par Wortmann et désignée sous le nom de levure de Johannisberg II, dans le *S. Ludwigii*, dans le *Willia Saturnus* qui s'éloigne du genre *Saccharomyces* par la forme plus compliquée des spores, les globules ordinaires deviennent directement des sporocystes par simple division du noyau unique. La fusion s'opère dès la germination entre les cellules issues de deux spores. La caryogamie ne saurait être considérée comme le phénomène initial de la sporulation, car elle donne naissance à des globules bourgeonnants

qui se multiplient tant que l'alimentation est abondante. Cette période de végétation active peut être raccourcie et même supprimée si l'on place les spores germanes dans un milieu très pauvre: ainsi, en déposant les formes sporulées de la levure de Johannisberg II dans du plâtre délayé, Hansen⁵ a vu les cellules conjuguées issues de la germination des spores se transformer immédiatement en nouveaux sporocystes. Guillaumond a fait des observations semblables en portant sur des tranches de carotte des sporocystes de *S. Ludwigii* et de *Willia Saturnus*.

Mais ce rapprochement accidentel de deux phénomènes qui restent indépendants dans les conditions de développement les plus favorables ne suffit pas pour établir une corrélation entre eux. Guillaumond a réussi à supprimer aussi la phase d'expansion végétative chez le *Sch. octosporus* et à obtenir des sporocystes par union immédiate des spores, en mettant cette espèce, comme les précédentes, au régime de la carotte.

Dans les mêmes circonstances critiques, la caryogamie suit la formation des spores chez le *Schizosaccharomyces* et la précède chez le *Willia*, le *S. Ludwigii* et la levure de Johannisberg. Il est clair que cette conjugaison n'est pas l'effet de la sporulation dans le premier cas et l'on n'a pas plus de raison de penser qu'elle en serait la cause dans le second.

Si, donc, les sporocystes des levures sont des asques, c'est-à-dire des produits de la fusion nucléaire, « il faut admettre que la conjugaison, qui a lieu chez les *Schizosaccharomycètes* et les *Zygosaccharomycètes* au moment de la formation des asques, se trouve reportée, chez un certain nombre de levures, au moment de la germination des spores ». Telle est, en propres termes, la conclusion de M. Guillaumond; elle nous montre la nécessité d'accepter une hypothèse bien hasardeuse si nous voulons rattacher aux asques les globules endosporés des levures, ou plutôt elle nous indique que les faits ne cadrent pas exactement avec cette théorie.

L'hypothèse de l'apogamie resterait utile, comme explication provisoire, si les fusions cellulaires étaient inconnues en dehors des organes définis comme l'asque et la baside. Mais il n'en est pas ainsi. Sans parler des Phycomycètes (Saproléginiés, Péronosporées, Mucorinées, etc.), où les sacs à zoospores ou à spores immobiles sont indépendants des phénomènes de conjugaison qui amènent la formation des oospores et des zygosporés, nous connaissons des fusions cellulaires chez diverses

¹ SCHIONNING : Nouvelle et singulière formation d'asques dans une levure. *C. R. des labor. de Carlsberg*, t. IV, 1895.

² HOFFMEISTER : Zum Nachweise des Zellkernes bei *Saccharomyces*. *Sitzungsber. Carlsberg*, t. IV, 1895.

³ GUILLAUMOND : *Rech. cytologiques sur les levures*. Storck, 1902.

⁴ BARKER : A conjugating Yeast. *Proc. royal Soc.*, 1901.

⁵ HANSEN : La spore devenue sporange. *C. R. labor. Carlsberg*, 1902.

espèces qui, par leur structure cytologique, se rattachent aux Éumycètes comme les vraies levures.

Le *Dematium pullulans*, isolé des Graminées par Janczewski¹, lui a fourni, dans un milieu nutritif épuisé, des conidies-levures anastomosées (fig. 23).

Les bâtonnets issus du promycélium des Ustilaginées s'unissent souvent par des tubes copulateurs, de même que les endospores des *Protomyces*.



Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 23. — Conjugaison des globules chez le *Dematium*. (D'après Janczewski.)

Fig. 24. — Conjugaison des conidies bicellulaires et des conidies secondaires du *Mycogone rosea*, Gr. 625. Orig.)

On retrouve de pareilles associations entre les conidies de divers Hyménomycètes qui n'ont aucune tendance à bourgeonner et à simuler la végétation des levures. Nous en avons observé, par exemple, dans les milieux pauvres, entre les conidies légères de premier et de second degré du *Mycogone rosea* (fig. 24) ; les spores allongées et cloisonnées du *Cercospora microsora* s'unissent par des tubes étroits au nombre de 2, 3 ou 4 (fig. 25).

Au lieu de suivre la formation des conidies, les fusions la précèdent et la favorisent manifestement, ainsi que nous le montre le *Clasterosporium car-*



Fig. 25. — Conjugaison des conidies de *Cercospora microsora*. (Orig.)

pophilum, état conidien de l'*Ascospora Beijerinckii* (fig. 26).

Les anastomoses se produisent à tout âge entre les filaments mycéliens, sans présenter nécessairement de rapport avec la production des éléments disséminateurs. Elles ont, d'une façon générale, l'effet d'augmenter la vigueur, de réparer l'affaiblissement résultant de la disette, et il n'est pas éton-

nant qu'elles donnent souvent une nouvelle impulsion à la production des spores. Mais il est bien certain que les fusions cellulaires chez les Champignons n'ont pas toujours la signification biologique, plus ou moins analogue à celle d'un acte sexuel, qu'on tend à attribuer aujourd'hui à la carryogamie caractéristique de la baside ou de l'asque.

Dans les fusions de cellules qui n'amènent pas la formation d'organes sporifères définis, les phénomènes nucléaires n'ont pas été étudiés avec le même soin que dans les cellules initiales des asques



Fig. 26. — Anastomoses des filaments suivie d'une abondante production de conidies chez le *Clasterosporium carophilum*. (Orig.)

ou des basides. On sait du moins, grâce à Guilliermond, que les noyaux s'unissent de même, chez les Champignons levuriformes, au moment de la formation du sporocyste asciforme et au moment de l'union des cellules issues des spores.

Les phénomènes de fusion cellulaire, tout comme les caractères superficiels et les conditions d'apparition des organes endospores, se sont, en définitive, montrés impuissants à établir l'existence d'asques chez le *Manginia ampelina* et chez les *Saccharomyces*.

VI

Les caractères considérés comme suffisants pour définir le genre *Saccharomyces* se retrouvent dans

¹ ED. JANCZEWSKI : Rech. sur le *Cladospodium herbarum* et ses compagnons habituels sur les Céréales. *Bull. Ac. sc. de Cracovie* t. XXVII, 1894, pl. 1, fig. 24.

la levure d'anthrax obtenue facilement, sûrement, en partant d'une Sphaeropsidée. Ils sont évidemment insuffisants pour définir le genre *Manginia*, qui atteint un degré de développement bien plus élevé à l'état filamenteux. Chez ce dernier, les globules endospores de la forme levure ne nous donnent pas mieux la mesure de la perfection à laquelle il peut atteindre que les kystes endospores nés sur le trajet des filaments. Quelle raison avons-nous de leur attribuer plus d'importance chez le *S. Cerevisiae*? Je n'en vois aucune.

M'objectera-t-on que le *S. Cerevisiae* n'a jamais fourni d'organes reproducteurs différents, ni un vrai mycélium, malgré les conditions variées dans lesquelles il a été cultivé? Mais ce résultat négatif ne saurait prouver que le *S. Cerevisiae* ne dérive pas de formes filamenteuses. Chez le *Manginia*, la forme levure se perpétue dans les milieux sucrés, et le retour aux formes mycéliennes devient de plus en plus difficile après plusieurs passages successifs dans ces mêmes milieux; en quelques mois, elle est fixée au point de ne plus faire retour aux formes originelles, si l'on ne réalise

les conditions spéciales dans lesquelles on avait observé le mycélium. Un observateur non prévenu, qui ne disposerait que de ces formes levure et qui ignorerait les conditions naturelles du développement de l'anthraxose, multiplierait longtemps ses essais avant de soupçonner que le *Manginia* végète autrement qu'à l'état de Blastomycète et se reproduit autrement que les *Saccharomyces*.

Est-il donc surprenant que les levures industrielles, maintenues de temps immémorial dans les conditions les plus favorables à la fixation, au développement, à la sélection des formes zymogènes, opposent une résistance insurmontable aux tentatives effectuées un peu au hasard en vue de modifier leurs habitudes et les formes adaptées à leur fonctionnement séculaire? L'origine d'une levure déterminée est aussi difficile à découvrir que l'origine du blé et, en général, des plantes ou des animaux domestiqués depuis une époque perdue dans la nuit des temps.

Les formes filamenteuses obtenues en partant

des levures industrielles sont rares ou imparfaites. Hansen les trouve principalement dans les cultures anciennes ou à la germination des vieilles spores. Lepeschkin¹, s'occupant des filaments formés dans les cultures de *Schizosaccharomyces Mellacei* et *S. Pombe*, y voit le produit d'un état de souffrance, d'un vice de développement des cellules. En un mot, les levures sont pour les zymologistes, comme les bactéries pour les médecins, des êtres à part, à thalle morcelé, soit par bourgeonnement, soit par scission. Dans les deux cas, les filaments représenteraient des formes d'involution. Il n'est pas douteux qu'une nutrition défectueuse ne produise des formes insolites, désordonnées, parmi lesquelles on distinguera des éléments allongés simulant des filaments. Mais il faut se garder

de considérer une forme comme seule normale et nécessaire, parce qu'elle est la plus habituelle dans les conditions particulières où il nous convient d'observer.

Les Blastomycètes rencontrés par hasard en dehors des milieux les plus propres à fixer les formes levures, végètent plus fréquemment et plus régulièrement

en mycélium. Telles sont plusieurs espèces parasites de l'Homme. Un Blastomycète isolé par Ilektoen d'un abcès sous-cutané lui a fourni en culture un *Sporotrichum*; les *Cryptococcus degenerans*, *Tokishigei*, *Gilechristi*, etc., donnent aussi dans les milieux artificiels des filaments qui reproduisent la forme levure dans le corps des animaux². Dernièrement, Paul Dop³ décrivait sous le nom d'*Hyalopus Yvonis* un Champignon qui bourgeonne dans le corps de l'*Aspidiotus perniciosus*, insecte parasite du Cocotier, tandis qu'il donne des filaments et des capitules de conidies sur les feuilles et dans les cultures. Les *Eupusa* prennent aussi l'apparence de levures dans le corps des Insectes.

L'organisme animal est un terrain particulière-



Fig. 27. — Globules et cellules durables de *Manginia ampelina* dans un canal biliaire de Lapin. Gr. 500. (V. et T.)

¹ LEPECHKIN : *Centr. f. Bakt.*, 2, t. X, 1903.

² VUILLEMIN : Les Blastomycètes pathogènes. *Rev. gen. des Sciences*, juillet 1901.

³ P. DOP : Sur un nouveau Champignon parasite des Coccidies du genre *Aspidiotus*. *Bull. sc. de la France et de la Belgique*, t. XXXIX, 1905.

ment propice à l'évolution des Champignons filamenteux en levures. Le *Manginia ampelina* nous en procure un nouvel exemple : les globules actifs ou enkystés ont seuls apparu dans le foie des Lapins auxquels Charrin et le Play avaient inoculé des cultures en pleine période de fructification spermatogonienne (fig. 27).

Les rapports des globules et des filaments nous sont surtout connus d'après les recherches effectuées en partant des mycéliums les plus divers. Des Champignons variés ont depuis longtemps fourni des états bourgeonnants, souvent stables, auxquels il ne manquait que les spores internes pour être rattachés aux vraies levures, aux *Saccharomyces*.

On sait que les *Dematium*, caractérisés par des filaments cortiqués, brun-olivâtre, émettent habituellement des globules bourgeonnants. Nechtsch¹ a distingué récemment, sous le nom de *D. Chodati*, une forme remarquable par ses propriétés de ferment alcoolique. Jörgensen, Holm et Olsen, nous l'avons dit plus haut, parlent d'endospores formées dans des globules de *Dematium*. Mais les rapports de ce genre avec les autres Champignons sont si obscurs qu'on a quelque tendance à le faire rentrer dans le cadre élargi des *Saccharomyces*.

Le *Monilia candida* de Bonorden, ou du moins la

pycnides de *Phoma pithya* donnent aussi des levures dans les milieux pauvres (fig. 28). Brefeld a décrit des phénomènes semblables, à la germination des ascospores (fig. 29), des basidiospores (fig. 30) ; ils sont donc connus chez les Champignons les plus variés.

C'est chez les Ustilaginées que la production des levures aux dépens des filaments ou des spores issues des filaments a donné lieu aux observations les plus complètes et aux discussions les plus intéressantes (fig. 31).

Ensemant les spores du charbon de diverses céréales (avoine, sorgho, maïs) dans des liquides artificiels, Brefeld² obtint des formes exclusivement bourgeonnantes.

Cette semence levuriforme, déposée sur les Graminées qui lui conviennent, provoque le charbon, à condition qu'elle soit prise dans les premières cultures. Au bout d'un an, la levure est si bien fixée qu'elle est incapable de reprendre la forme mycélienne et de pénétrer chez les plantes. Maire³ a reconnu également que les formes bourgeonnantes de l'*Ustilago Maydis* perdent bientôt le pouvoir d'infester le maïs.

Brefeld conclut que les levures sont des formes issues des Champignons filamenteux et notamment des Ustilaginées. Möller⁴ apporte à l'appui de cette thèse le résultat de ses recherches cytologiques. Il trouve, en effet, le même noyau et les mêmes granulations cytoplasmiques colorées par le bleu de méthylène dans les levures d'Ustilaginées et dans les *Saccharomyces*.

Frank a objecté que les conditions d'alimentation choisies par Brefeld ne sont pas réalisées dans la Nature ; mais cela ne prouve pas que les conditions naturelles soient incompatibles avec le maintien des levures issues des Ustilaginées. Aussi les idées de Lindau (*loc. cit.*) concède que beaucoup de levures sauvages, levures du sol, etc., tirent *peut-être* leur origine des Ustilaginées ; mais il résume l'opinion régnante en refusant une semblable origine aux levures cultivées (*Saccharomyces*).

Cette distinction entre les *Saccharomyces* et les



Fig. 28. — Globules bourgeonnants issus des stylospores de *Phoma pithya* (Orig.)

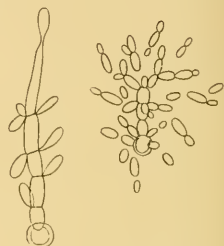


Fig. 31. — Globules bourgeonnants issus de l'*Ustilago Carbo*. (D'après Brefeld.)



Fig. 29.

Fig. 30.

Fig. 29, 30. — Globules bourgeonnants issus des ascospores de *Coryno prasinula* (fig. 29, d'après Brefeld), des basidiospores de *Calocera viscosa* (fig. 30, d'après Brefeld.)

moisissure qui lui est assimilée par Hansen, donne dans le moût de bière des globules rappelant les *S. Cerevisiae* et *ellipsoideus* et faisant fermenter le sucre.

Les stylospores bicellulaires prises dans les

¹ NECHTSCH : Sur les ferments de deux levains de l'Inde, le *Mucor Praini* et le *Dematium Chodati*. *Inst. bot. Genève*, 6, V, 1904.

² BREFELD : *Nachrichten aus dem Club der Landwirthe zu Berlin*, 1888.

³ MAIRE : *Bull. Soc. mycol. de France*, t. XIV, 1899.

⁴ MÖLLER : *Centr. f. Bakt.*, 1892.

levures sauvages perd sa base du moment que la valeur d'asques attribuée aux sacs endosporés des *Saccharomyces* est devenue incertaine et même improbable.

Les *Saccharomyces* et les levures sauvages tirent-ils leur origine des Ustilaginées? Nous pourrions répondre : peut-être dans un cas comme dans l'autre. En réalité, nous n'en savons rien, et c'est déjà quelque chose d'avoir écarté la question préalable que l'on opposait aux recherches sur l'origine des levures.

Devons-nous rayer des catalogues le genre *Saccharomyces*, du moment que le caractère mis en vedette dans sa diagnose n'a plus la valeur capitale des organes de fructification définis? Nous nous en gardons bien. En dehors de toute vue théorique, la production des endospores est un caractère spécifique facile à apprécier, surtout depuis que les recherches de Hansen ont donné à son emploi une merveilleuse précision.

Tout ce qu'il y a de changé, c'est que les *Saccharomyces*, au lieu de constituer un type à part, isolé dans les bas-fonds de la classe des Ascomycètes, représentent une collection de formes convergentes, qui ne sont pas nécessairement proches parentes entre elles et dont les affinités avec les autres Eumycètes sont indéterminées.

Le groupe des *Saccharomycètes* a une valeur

analogue à celle du groupe des Mucédinées. C'est un groupe d'attente, dont la place provisoire est parmi les *Fungi imperfecti*, ou, comme dit Saccardo, parmi les Deutéromycètes. Ce dernier terme répond bien à l'idée que nous nous faisons de l'origine des levures d'après ce que nous savons de la levure d'anthraxose. Un Champignon d'une grande plasticité se dissocie en deux ou plusieurs formes sous l'influence des divers milieux auxquels il sait s'adapter. Le *Manginia ampelina*, qui, sur la vigne, atteint le degré élevé d'organisation des Spharopsidées, devient, par ségrégation dans les liquides sucrés, un *Saccharomyces* doté de formes de propagation et de conservation qui lui sont propres.

La levure d'anthraxose est une forme dérivée. Les caractères d'infériorité du genre *Saccharomyces* que l'on constate en elle sont le résultat d'une simplification secondaire et non l'expression d'une simplicité primitive.

Les conditions éthologiques qui ont créé la levure de *Manginia* peuvent créer des levures nouvelles. Elles sont entre les mains de l'expérimentateur armé des méthodes rigoureuses qui ont fourni un résultat si remarquable à MM. Viala et Pacottet.

Paul Vuillemin.

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA PHOTOCHIMIE

La Photochimie a réalisé, dans ces dernières années, des progrès importants dans la plupart de ses branches. Ces progrès sont dus en grande partie à la collaboration intime que les chimistes ont apportée aux photographes, dans l'étude précise des phénomènes multiples envisagés pendant longtemps d'une façon trop empirique. Nous nous proposons d'examiner les progrès récents relatifs à l'obtention du négatif, au développement de l'image latente et à l'obtention du positif.

I. — OBTENTION DU NÉGATIF.

§ 1. — Préparation des surfaces sensibles.

La sensibilité des plaques au gélatino-bromure semblait avoir atteint une limite difficile à dépasser sans augmenter la grosseur du grain, et sans amener une grande tendance au voile, c'est-à-dire sans diminuer l'intérêt pratique de ces plaques.

MM. Lumière sont arrivés, dans leurs nouvelles plaques Σ , à obtenir le mûrissement du gélatino-bromure d'argent par un procédé nouveau, qui

donne un grain légèrement plus fin, une moindre tendance au voile et une sensibilité trois fois plus grande que les plaques les plus sensibles. M. Montpillard¹ a étudié ces plaques comparativement à l'émulsion extra-rapide, type étiquette bleue (marque Lumière), au point de vue de la grosseur du grain d'argent réduit et de la résistance au voile.

Il a pu ainsi constater que, avec un même révélateur, le grain est sensiblement plus fin et plus régulier dans la plaque Σ ; il est, en outre, d'une forme plus allongée. M. Montpillard a déterminé la limite de finesse à laquelle peuvent atteindre ces nouvelles plaques. Il a reconnu qu'elles permettent d'enregistrer nettement des détails de 1/30 de millimètre.

Pour déterminer la résistance au voile de l'émulsion des plaques Σ comparativement à celle des plaques bleues, M. Montpillard a laissé les plaques non exposées à la lumière séjourner pendant cinq minutes dans un révélateur énergique, et il a obtenu

¹ Bull. de la Soc. franç. de Photographie 1904, p. 396.

un dépôt d'argent dû au voile latent, absorbant deux fois moins de lumière incidente pour la plaque Σ que pour la bleue.

Les plaques Σ étant surtout sensibles au bleu et au violet, il est facile de réaliser un éclairage parfaitement inactinique pour leur manipulation.

§ 2. — Plaques orthochromatiques.

Dans le domaine de l'orthochromatisme, d'importants progrès ont été réalisés, grâce à la découverte de nouveaux sensibilisateurs chromatiques de la série des cyanines.

En utilisant les propriétés sensibilisatrices de la *quinaldine-quinoléine-éthylecyanine* (découverte en 1883 par Spalteholz) qu'il a isolée à l'état pur (rouge d'éthyle), le Dr Miethe a fourni le point de départ des travaux entrepris par les manufactures de matières colorantes pour préparer de nouveaux sensibilisateurs de la série des cyanines.

Sous ce dernier nom, on désigne les matières colorantes bleues obtenues en chauffant un mélange d'iodoalcooates de bases azotées avec un alcali caustique en solution alcoolique. Les cyanines sensibilisent pour le jaune et le rouge, et dans le cas des lèpidines-cyanines bleues, l'action sensibilisatrice s'étend au delà de la raie C dans le rouge du spectre, tandis que les quinaldines-cyanines violet-rouge ne sont sensibles que jusqu'à D $1/2$ C. dans l'orange.

Les quinaldines-cyanines possèdent plusieurs avantages sur les lèpidines-cyanines au point de vue photographique; mais, comme la sensibilisation jusqu'au rouge est fort désirée, on a cherché à produire des quinaldines-cyanines de nuance plus bleue, rendant la plaque photographique plus sensible au rouge. Le Dr König (de la fabrique Meister Lucius et Brüning) a essayé d'employer les quinaldines substituées pour obtenir de nouvelles cyanines¹, mais toutes ne s'y prêtent pas, et l'on n'en obtient pas par le mélange d'iodométhylates de quinaldine et de quinaléine substitués en ortho. Par contre, les iodométhylates substitués en méta et para donnent des cyanines d'une couleur plus bleue que les quinaldines-cyanines connues. Le Dr König a indiqué comme les plus intéressantes les cyanines suivantes :

p-toluquinaldine-quinoléine-méthylecyanine;
p-toluquinaldine-*p*-toluquinoléine-éthylecyanine;
p-toluquinaldine-*p*-chloroquinoléine-éthylecyanine;
p-toluquinaldine-*p*-bromoquinoléine-éthylecyanine.

La maison Meister Lucius et Brüning fabrique industriellement la deuxième sous le nom d'*Orthochrome T*.

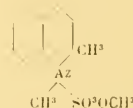
Ce colorant a une action sensibilisatrice plus

complète que le rouge d'éthyle, laquelle s'étend non seulement à l'orangé, au jaune et au vert, mais aussi au rouge.

Le *Pinachrome* et le *Pinaverdol* sont deux autres cyanines introduites dans le commerce par la même maison. Le Pinachrome exerce son action sensibilisatrice pour les radiations les moins réfrangibles du spectre jusque vers la raie B et permet d'opérer avec une grande rapidité, quand on emploie l'écran rouge orangé pour obtenir le négatif du bleu dans la photographie trichrome.

Le Pinaverdol exerce surtout son action dans la région verte et jaune du spectre, et son emploi donne particulièrement de bons résultats avec les émulsions au collodiobromure.

La maison Baeyer a fait breveter sous le nom d'Ilomocol un sensibilisateur qui n'est autre que l'éther méthylsulfurique de l'orthochrome. Par l'action du sulfate de diméthyle ou de diéthyle sur la quinaldine, on obtient des combinaisons ammoniées telles que :



qui se transforment en matières colorantes rouges et violettes de la classe des cyanines, par chauffage avec les alcalis caustiques ou alcalino-terreux.

Ces nouveaux sensibilisateurs ne résolvent évidemment pas d'une façon complète le problème du panchromatisme, mais leur action est notablement supérieure à celle des colorants employés jusqu'ici.

§ 3. — Plaques anti-halo.

Le procédé le plus efficace jusqu'ici pour éviter le halo est celui qui a été breveté par la Société Lumière et par la Société A.G.F.A. de Berlin. Il consiste à interposer entre la couche sensible et le verre une sous-couche transparente d'une couleur inactinique. Les rayons lumineux, après s'être réfléchis sur la face postérieure de la plaque, ne laissent arriver jusqu'à la couche sensible que des radiations inactiniques, les autres étant absorbées par la couche colorée. Le halo ne peut donc plus se produire.

La matière colorante qui teinte la sous-couche doit avoir une coloration convenable pour que l'absorption des radiations actiniques soit aussi complète que possible; elle ne doit pas agir sur la sensibilité de l'émulsion; et, en outre, elle doit être facile à détruire ultérieurement pour ne pas s'opposer au tirage des positifs. Ces conditions multiples ont été réalisées d'une façon à peu près parfaite dans les plaques anti-halo de la Société Lumière.

¹ Dr K530 : *Photographische Correspondenz* (1903).

Dans ces plaques, la décoloration de la sous-couche est obtenue après lavage sommaire au moyen d'hydrosulfite de soude (Leucogène). Cette substance est livrée à l'état de sel anhydre sous forme d'une poudre stable lorsqu'elle est conservée à l'abri de l'humidité.

§ 4. — Nature de l'image latente.

La nature de l'image latente n'a pas fait l'objet d'expériences décisives dans ces dernières années, et l'on ne peut toujours pas se prononcer avec certitude entre la théorie physique et la théorie chimique. Nous signalerons pourtant les très intéressantes expériences de Guntz¹, qui tendent de nouveau à faire prévaloir la théorie physique. Guntz a pu préparer à l'état pur les sous-chlorure, sous-bromure et sous-iodure d'argent, qui n'avaient pu être obtenus jusqu'alors sous forme de composé défini par Wetzlar, Becquerel ou Carey-Lea. Il obtient ces corps à partir du sous-fluorure d'argent, sel bien cristallisé qu'il prépare en chauffant vers 60-80° une solution saturée neutre de fluorure d'argent avec de l'argent en poudre fine. Le sous-fluorure d'argent chauffé, à plusieurs reprises, dans un courant d'acide chlorhydrique, bromhydrique ou iodhydrique donne les sous-sels correspondants.

Le sous-chlorure d'argent constitue une poudre rouge, qui dans l'obscurité est insoluble dans l'acide nitrique étendu, mais lui abandonne de l'argent si on opère à la lumière; la proportion d'argent dissous augmente jusqu'à une certaine limite. En effet, d'après Guntz, le sous-chlorure d'argent se décompose lui-même à la lumière en argent et chlore. L'argent se dissout dans l'acide nitrique et le chlore précipite une partie de l'argent dissous. L'acide nitrique concentré attaque lentement le sous-chlorure. Dans toutes les réactions en présence de l'eau, le sous-chlorure d'argent paraît se comporter comme un mélange d'argent et de chlorure d'argent. L'eau semblant décomposer tous les sels de sous-oxyde en argent et en sels de protoxyde. On n'a donc pas, comme le pensait Carey Lea, une combinaison de sous-chlorure d'argent avec une proportion variable de chlorure d'argent, une espèce de laque colorée de chlorure d'argent « photosels », mais bien un simple mélange; l'insolubilité du chlorure d'argent qui protège la couche contre l'action ultérieure des réactifs suffit pour expliquer leur action sur les photosels de Carey Lea.

Voici, d'après Guntz, comment ces résultats permettent d'expliquer l'action de la lumière. Lorsqu'on expose du chlorure d'argent, il ne se colore que très peu dans les premiers instants de l'action lumineuse, mais, quand on le plonge dans

un révélateur, il est réduit à l'état d'argent métallique. La modification susceptible d'être réduite par le révélateur s'est donc faite sans perte de chlore, puisque le chlorure est resté blanc. Elle a lieu sans doute avec absorption de chaleur, ce qui explique la réduction par le révélateur. Guntz a pu, d'ailleurs, obtenir en l'absence de toute lumière, par simple ébullition avec l'eau, un chlorure d'argent réductible par le révélateur sans que sa couleur ait été modifiée. L'action du révélateur sur le chlorure d'argent n'est possible, d'après Guntz, que dans des conditions physiques convenables, et la lumière est capable de les réaliser, vu le peu d'énergie nécessaire à la transformation.

On comprend, en outre, que, le chlorure d'argent étant faiblement transparent, cette transformation peut se produire jusqu'à une certaine distance de la surface, variable avec l'éclairement.

C'est pour ce motif que le chlorure d'argent noircit en proportions inégales sous l'influence du révélateur, suivant l'intensité lumineuse. Guntz rejette donc l'hypothèse de la formation du sous-chlorure d'argent par perte de chlore, et admet la production d'une modification physique du chlorure d'argent. La faible perte de chlore du chlorure d'argent serait due, d'après lui, à deux causes :

1° La décomposition de 2AgCl en $\text{Ag}^0\text{Cl} + \text{Cl}$ absorbe 28 cal., 7. La lumière produit donc un travail considérable et on comprend comment les substances capables d'absorber le chlore avec dégagement de chaleur peuvent faciliter l'action de la lumière;

2° La faible transparence du chlorure d'argent pour la lumière explique pourquoi sa décomposition n'est pas proportionnelle à la quantité de lumière reçue, et diminue très rapidement quand augmente la durée d'exposition.

Guntz a pu, en exposant le chlorure d'argent à la lumière pendant un temps suffisamment long, obtenir la réduction superficielle complète du sous-chlorure. La surface sensible est alors constituée par trois couches superposées : l'argent métallique, le sous-chlorure d'argent, et le chlorure d'argent inaltéré.

Il a séparé l'argent du mélange par l'acide nitrique étendu, qui est sans action sur le sous-chlorure, mais l'argent n'est décelable qu'après une exposition suffisante pour produire la décomposition du sous-chlorure.

Guntz a enfin pu expliquer le mode d'action de la lumière. Il le considère comme un phénomène de dissociation. Pour le démontrer, il a introduit dans des tubes de verre du chlorure d'argent pur et sec préparé dans l'obscurité, et les a remplis de chlore sec sous des pressions variables (0, 25, 50, 75, 100 millimètres, puis de 50 en 50 millimètres

¹ Guntz : *Revue des Sciences photographiques* 1904.

jusqu'à 750 millimètres) et a exposé ces tubes à la lumière diffuse. Les tubes contenant peu de chlorure noircissent et la coloration décroît à mesure que la tension du chlore augmente. Dans la série des tubes, il en existe toujours deux dont l'un est légèrement coloré, l'autre parfaitement blanc. Dans une expérience, cette limite s'est trouvée à 250 millimètres. Elle varie suivant l'intensité de la lumière, mais reste constante pour une même luminosité. Si l'on porte tous les tubes dans l'obscurité, ils blanchissent tous, même celui qui ne renferme pas de chlore. Il y a donc régénération du chlorure d'argent. Si on les expose à la lumière solaire intense, ils se colorent tous, même celui renfermant du chlore, à la pression atmosphérique; mais ce dernier est faiblement coloré et blanchit rapidement si on le porte dans un endroit peu éclairé.

La tension du chlore dégagé du chlorure d'argent dépasse donc 760 millimètres.

Pour obtenir la vraie limite, il faudrait pouvoir exposer pratiquement une couche mince de chlorure d'argent dans un espace suffisamment petit pour que la tension du chlore dégagé pût atteindre 760 millimètres.

§ 5. — Photographie des couleurs.

La méthode indirecte par superposition des trois monochromes a subi dans ces dernières années quelques perfectionnements résultant de l'emploi des nouveaux sensibilisateurs dont nous avons parlé plus haut. Ces derniers ont permis de diminuer notablement la durée de la pose, tout en fournissant un orthochromatisme plus parfait.

1. Méthode du Dr König au moyen des leucobases.

— Parmi les nouveaux procédés de tirage susceptibles de recevoir des applications pratiques, nous signalerons celui du Dr König, qu'il a désigné sous le nom de *pinachromie*.

Cette méthode est basée sur le principe suivant :

On sait qu'un grand nombre de matières colorantes peuvent donner, sous l'action des réducteurs, des substances incolores appelées *leucobases*. Gross a signalé que les leucobases se recolorent sous l'action de la lumière, mais cette coloration est assez faible.

König a constaté qu'en mélangeant ces leucobases avec différents éthers nitriques d'alcools polyatomiques, notamment avec la nitrocellulose, la nitromannite, etc., la recoloration sous l'action de la lumière devient beaucoup plus rapide et considérablement plus intense. Il a reconnu que l'oxygène de l'éther nitrique participe à l'oxydation de la leucobase. Les éthers nitreux et leurs isomères, les dérivés nitrés, ne se comportent pas comme les éthers nitriques, tandis que les nitrosamines

agissent comme ces derniers, quoique plus faiblement. C'est pour cette raison qu'il a dissous les leucobases dans du collodion, ce qui a fourni en même temps la nitrocellulose servant d'accélérateur et l'excipient permettant d'étendre la couche sensible sur un support tel que du papier. L'addition de nitromannite au collodion en accroît encore la sensibilité.

König a employé les leucobases suivantes pour l'obtention des diverses couleurs :

L'orthochlorotétrathyldiamidotriphénylméthane, pour l'obtention du *bleu*;

La leucobase du vert malachite, ainsi que le méthanitro ou le méthanidotétrathyldiamidotriphénylméthane, pour l'obtention du *vert*;

La paralencaniline ou les leucorhodamines, pour l'obtention du *rouge*;

L'hexaméthylparaleucaniline, pour l'obtention du *violet*;

La leucofluorescéine et la leucodavaniline, pour l'obtention du *jaune*.

Le fixage a pu être obtenu par l'emploi de l'acide monochloracétique, qui constitue le meilleur dissolvant de la plupart des leucobases, tandis qu'elles sont à peine solubles dans l'acide acétique et ses dérivés di et trichlorés.

Le maximum de sensibilités s'obtient en exposant à travers des verres d'une couleur complémentaire de celle à obtenir, et le minimum avec des verres de même couleur. On peut utiliser pour l'exposition les écrans colorés qui servent pour l'obtention des négatifs.

Pour mettre en œuvre le procédé, on étend sur une feuille de papier du collodion pour bleu et on l'expose à la lumière sous le négatif correspondant. Quand l'image bleue paraît suffisamment intense, on la fixe dans une solution à 10 % d'acide monochloracétique, on lave, puis on la recouvre d'une couche de gélatine durcie pour empêcher la pénétration de la deuxième couche de collodion. L'image bleue est alors recouverte de collodion rouge, et la couche est exposée sous le négatif du rouge, en repérant exactement l'image et opérant comme pour le bleu. On procède ensuite de même avec le collodion jaune. Cette méthode, bien que très séduisante, n'a pu donner jusqu'ici des images avec des blancs purs, les leucobases se colorant spontanément dans l'obscurité, malgré l'addition de quinoleine qui permet de retarder cette altération.

2. Méthode par décoloration du Dr Nenhaus.

— Parmi les méthodes ne nécessitant pas l'emploi des trois monochromes pour l'obtention de l'image polychrome, citons une méthode inverse de la précédente, étudiée précédemment par Vallot, puis par Worel et perfectionnée par le Dr Nenhaus¹. Elle

¹ NEUHAUS : *Photographische Rundschau* [1903].

est basée sur la décoloration que subissent certaines matières colorantes sous l'action des radiations colorées. Jusqu'ici, le manque de sensibilité des préparations a limité les essais à l'impression à travers des images transparentes colorées. L'impression directe à la chambre noire exige un temps de pose tellement considérable (six à huit heures au soleil avec un objectif à F 3) que la méthode est impraticable.

Voici comment le Dr Neuhaus met en pratique son procédé :

Dans 100 centimètres cubes d'une solution de gélatine à 10 %, il ajoute en agitant fortement :

1 c.c. d'une solution de bleu méthylène (0,1 dans 50 c.c. d'eau distillé) ;

2 c.c. d'une solution d'auramine (0,1 dans 50 c.c. d'alcool) ;

1 c.c. 3 d'une solution d'érythrosine (0,25 dans 50 c.c. d'eau distillé).

Le mélange filtré est maintenu quatre à cinq heures à 40°C, puis étendu sur des plaques de verre opale : les plaques, après avoir été séchées, sont sensibilisées au moment de les utiliser en les immergeant pendant environ cinq minutes dans une solution éthérée d'eau oxygénée obtenue en agitant 15 centimètres d'eau oxygénée à 30 vol. avec 200 centimètres cubes d'éther.

On expose ensuite la surface ainsi sensibilisée sous l'image transparente colorée à reproduire. La durée d'exposition est d'environ un quart d'heure au soleil, mais les couleurs obtenues sont beaucoup plus vives à la lumière diffuse. La sensibilité peut être augmentée par l'addition de diverses substances, telles que le persulfate d'ammoniaque, l'hydrate de chloral, mais cette augmentation a lieu aux dépens de l'éclat des couleurs.

Neuhaus a pu également, dans certains cas qu'il n'a pas encore précisés (par exemple en présence de certains sensibilisateurs chromatiques, comme le rouge d'éthyle), développer l'image en couleurs après une exposition relativement courte, en la traitant pendant quelque temps par l'eau tiède. Ce moyen permettra peut-être plus tard d'obvier à un des plus graves inconvénients du procédé, son manque de sensibilité.

Jusqu'ici, Neuhaus n'a pu obtenir que des images incomplètement fixées et n'a pu étendre directement la couche sensible que sur du verre ou sur du carton épais très fortement verni. Sur du papier, même recouvert d'une couche de caoutchouc ou de collodion, le mélange des couleurs se diffuse irrégulièrement dans la pâte du papier et la sensibilité est beaucoup diminuée.

Les méthodes précédentes donnent actuellement des résultats imparfaits et sont d'une exécution extrêmement délicate. Leur application pratique paraît problématique. Il n'en est pas de même de

la nouvelle méthode de MM. Lumière¹, qui est sur le point d'entrer dans la pratique courante et réalisera un grand progrès dans l'obtention d'épreuves en couleur visibles par transparence.

3. *Nouvelle méthode de MM. Lumière.* — Le principe de cette méthode avait été entrevu il y a longtemps par Ducos du Hauron, et Joly avait essayé de réaliser, il y a quelques années, un procédé basé sur ce même principe, mais sans obtenir de résultats pratiques.

Non seulement MM. Lumière ont pu obtenir la reproduction exacte de sujets quelconques avec toutes leurs couleurs, mais ils promettent de livrer bientôt des plaques tout préparées, dont la manipulation sera presque aussi simple que celle des plaques ordinaires au gélatino-bromure d'argent.

Voici le principe de la nouvelle méthode :

Si l'on dispose à la surface d'une plaque de verre et sous forme d'une couche unique, mince, un ensemble d'éléments microscopiques transparents et colorés en rouge-orangé, vert et violet, on peut constater, si les rapports des intensités de coloration de ces éléments et de leur nombre sont convenablement établis, que la couche ainsi obtenue, examinée par transparence, ne semble pas colorée, et qu'elle absorbe seulement une fraction de la lumière transmise.

Les rayons lumineux traversant les écrans élémentaires orangés, verts ou violets reconstitueront, en effet, la lumière blanche, si la somme des surfaces élémentaires pour chaque couleur et l'intensité de la coloration des éléments constitutifs se trouvent établies dans des proportions relatives bien déterminées.

Cette couche mince trichrome étant réalisée est ensuite recouverte d'une émulsion sensible panchromatique.

Si l'on soumet la plaque ainsi préparée à l'action d'une image colorée, en prenant la précaution de l'exposer par le dos, les rayons lumineux traversent les écrans élémentaires et subissent, suivant leur couleur et celle des écrans qu'ils rencontrent, une absorption variable, avant d'influencer la couche sensible. On a ainsi réalisé une solution qui porte sur des éléments microscopiques et qui permet d'obtenir, après développement et fixation, des images colorées dont les tonalités sont complémentaires de celles de l'original.

Si l'on prend, en effet, une région de l'image colorée en rouge, les rayons lumineux rouges seront absorbés par les éléments verts de la couche, et traverseront seulement les éléments orangés et violets.

¹ A. et L. LUMIÈRE : *C. R. de l'Acad. des Sc.* (1905).

La couche sensible panchromatique sera donc impressionnée derrière ces derniers et restera inaltérée sous les écrans élémentaires verts.

Le développement réduira le bromure d'argent de la couche et viendra masquer les éléments orangés et violets, tandis que les éléments verts apparaîtront après fixage, l'émulsion qui les recouvre n'ayant pas été réduite.

On aura donc un résidu coloré vert, complémentaire des rayons rouges considérés.

Les mêmes phénomènes se produiront pour les autres couleurs : c'est ainsi que, sous la lumière verte, les éléments verts seront masqués et la couche apparaîtra colorée en rouge. Dans la lumière jaune l'image sera violette, etc.

On conçoit qu'un négatif de couleur complémentaire ainsi obtenu puisse, par contact, donner, avec des plaques préparées de même manière, des épreuves positives qui seront complémentaires des négatifs, c'est-à-dire qui reproduiront les couleurs de l'original.

On peut aussi ne pas fixer l'image négative après développement et l'inverser pour obtenir par le procédé connu un positif direct présentant la coloration de l'objet photographié. Ce dernier moyen a été adopté, le premier donnant des résultats imparfaits.

MM. Lumière ont rencontré, dans l'application de cette méthode, des difficultés considérables qu'ils sont arrivés à résoudre après un labeur acharné, avec leur ingéniosité coutumière.

Comme grains colorés, ils ont adopté la fécule de pomme de terre convenablement traitée pour séparer des éléments ayant de 10 à 15 millièmes de millimètre. Ces grains sont divisés en trois lots qui sont teints respectivement en rouge-orangé, vert et violet à l'aide de matières colorantes spéciales, puis mélangés après dessiccation complète, en proportions telles que le mélange ne présente pas de teinte dominante. La poudre résultante est étalée au blaireau sur une lame de verre recouverte d'un enduit poisseux.

Avec des précautions convenables, on arrive à avoir une couche de grains juxtaposés sans aucune superposition.

On obture ensuite, avec du charbon de bois pulvérisé, les interstices qui peuvent exister entre les grains et qui laisseraient passer de la lumière blanche.

On a ainsi constitué un écran dans lequel chaque millimètre carré de surface représente 8 à 9,000 petits écrans élémentaires orangés, verts ou violets.

La surface ainsi préparée est isolée par un vernis possédant un indice de réfraction voisin de celui de la fécule, et enfin on coule une couche

mince d'émulsion sensible panchromatique au gélatino-bromure d'argent.

L'exposition a lieu à la manière ordinaire, mais par le dos de la plaque, en plaçant devant l'objectif un écran jaune spécial pour compenser l'excès d'activité des radiations bleues et violettes. La sensibilité, quoique moindre que celle des plaques ordinaires, est cependant suffisante pour permettre d'obtenir au soleil des images en 1/5 de seconde à l'aide d'objectifs très lumineux (f/3).

Le développement s'effectue comme pour une photographie ordinaire ; mais, au lieu de fixer, on inverse chimiquement l'image de façon à rétablir l'ordre des couleurs. Cette opération se fait par les procédés d'inversion utilisés dans la photographie ordinaire et constitue un traitement supplémentaire aussi facile que le développement. On voit donc que, par des manipulations simples, cette méthode permet de reproduire en une seule opération les objets avec toutes leurs couleurs.

II. — DÉVELOPPEMENT DE L'IMAGE LATENTE.

§ 1. — Théorie du développement.

La théorie d'après laquelle le rôle des alcalis ou de leurs succédanés serait de saturer l'acide bromhydrique éliminé pendant le développement a été contestée par les récentes expériences de Reeb¹. D'après lui, l'alcali a pour but de salifier le révélateur pour le rendre décomposable par l'acide bromhydrique. Un réducteur n'est donc un développeur que s'il possède une constitution saline ou s'il peut la contracter au moment du développement, de façon à être à la fois réducteur et saturateur d'acide bromhydrique.

Cette hypothèse expliquerait, d'après Reeb, pourquoi le sulfate ferreux n'est pas, comme l'oxalate, un révélateur, l'acide bromhydrique déplaçant l'acide oxalique, mais pas l'acide sulfurique.

Le chlorhydrate de diamidophénol, le métal sulfate de méthylparamidophénol, qui ne sont pas décomposables par l'acide bromhydrique, ne sont pas révélateurs. Pour qu'ils le deviennent, il faut les additionner de sulfite alcalin, qui, par double décomposition, forme des sels décomposables par l'acide bromhydrique.

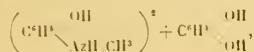
§ 2. — Développeurs organiques.

Le grand nombre de révélateurs organiques qui avaient fait leur apparition depuis les travaux de MM. Lumière sur la fonction développatrice est resté à peu près stationnaire dans ces dernières années, car il devient de plus en plus difficile de

¹ REEB : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* (1901), p. 324.

trouver de nouvelles substances plus parfaites que les anciennes. La *métouquinone*¹ est pourtant venue récemment augmenter la liste des révélateurs pouvant fonctionner pratiquement sans alcali. Jusqu'alors, le chlorhydrate de diamidophénol ortho para était seul doué de cette propriété, qui met la gélatine à l'abri de l'action désorganisée des alcalis.

La métouquinone fait partie de la classe des révélateurs formés par la combinaison saline d'une substance développatrice à propriétés basiques avec une autre jouant le rôle d'acide. Le métol (sulfate de méthylparamidophénol) réagit sur l'hydroquinone en présence du sulfite de soude pour donner une combinaison définie ayant la formule suivante :



lourde de propriétés révélatrices que ne possédait jusqu'alors aucun autre développeur. Son pouvoir réducteur peut être accru par degrés suivant qu'on l'additionne d'alcali carbonaté, d'acétone ou d'alcali caustique. Son action développatrice peut aussi être ralentie par l'addition de bromure alcalin. Enfin, à cette grande élasticité, elle joint une remarquable altérabilité à l'air.

On a pu établir avec certitude les conditions que doit remplir une substance révélatrice pour pouvoir développer sans addition d'alcali² :

1° Pour révéler l'image latente sans addition d'alcali, en présence de sulfite alcalin, il suffit qu'elle renferme une seule fonction développatrice l'une des groupes soit un amidogène. Celui-ci peut être substitué ou non, pourvu que la substitution ne détruise pas le caractère basique de l'amidogène. Il faut, en outre, que la substance soit suffisamment soluble dans le sulfite alcalin ;

2° Le pouvoir réducteur se trouve considérablement renforcé, dans le cas où il y a deux fois la fonction développatrice, si celle-ci renferme deux groupes amidogènes. Le révélateur peut alors être utilisé pratiquement sans alcali ;

3° Le pouvoir réducteur est augmenté aussi, quoique plus faiblement, si la ou les fonctions basiques du révélateur sont salifiées par les oxydrides d'un composé phénolique possédant lui-même des propriétés développatrices. Le révélateur est alors également utilisable pratiquement sans addition d'alcali.

§ 3. — Développeurs minéraux.

Les substances organiques n'ont pas été seules

mises à contribution comme révélateurs. Dans ces derniers temps, la préparation de l'hydrosulfite de soude anhydre, réalisée industriellement par la Badische Anilin et Soda Fabrik sous forme d'un produit stable, a occasionné de nouveaux essais d'application de ce puissant réducteur dans le développement.

Les propriétés révélatrices de cette substance, signalées en 1887 par MM. Lumière, ne présentaient alors aucun intérêt pratique. Le révélateur donnait un voile intense et, en outre, la nécessité de le préparer au moment même de son emploi le rendait inutilisable.

Le nouvel hydrosulfite, associé en proportions convenables avec du bromure de potassium et du bisulfite de soude, a pu donner un bon révélateur doué d'un pouvoir réducteur énergétique³.

Par contre, les hydrosulfites organiques, tels que l'hydrosulfite de diamidophénol, bien que formés par la combinaison de deux substances révélatrices, l'une minérale, l'autre organique, n'ont pas présente de propriétés réductrices intéressantes.

§ 4. — Influence de la nature des révélateurs sur la grosseur du grain d'argent réduit.

On avait admis à la suite de plusieurs travaux que le grain de l'argent réduit par les divers révélateurs possède une grosseur sensiblement uniforme quel que soit le révélateur employé.

Cette question a été reprise avec la plupart des révélateurs connus, non seulement en les utilisant avec leur composition normale, mais aussi en étudiant pour un même révélateur l'influence de son degré de dilution, de la durée de son action, de sa température et de son alcalinité⁴. On a également étudié les modifications que déterminent les variations du temps de pose, ainsi que les résultats obtenus suivant qu'on développe faiblement ou fortement l'image. Outre les substances révélatrices utilisées dans la pratique, on a expérimenté aussi d'autres réducteurs, sans utilisation courante à cause de leur faible énergie réductrice, tels que la paraphénylène-diamine et l'orthoamidophénol employés en présence du sulfite de soude seul.

Ils donnent naissance à de l'argent d'une grande transparence, dont la couleur est brunâtre à la lumière transmise, et grise par réflexion.

Voici les principales conclusions tirées de ces expériences :

1° La grosseur du grain d'argent réduit par les révélateurs à composition normale utilisés dans la pratique est sensiblement constante :

¹ LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* 1904, p. 231.

² LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* 1904, p. 134.

³ LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* 1904, p. 563.

⁴ *Ibid.* 1904, p. 297.

2° La température des révélateurs, leur concentration, la durée de leur action ne paraissent pas avoir d'influence sur la grosseur du grain de l'argent réduit;

3° L'excès d'alcali ou de bromure alcalin semble provoquer un accroissement très faible de la grosseur du grain;

4° La surexposition paraît être un des facteurs de la diminution de grosseur du grain;

5° La paraphénylène-diamine et l'orthoamidophénol, employés en présence du sulfite de soude seul, donnent de l'argent réduit dont le grain est beaucoup plus fin que celui que fournissent les autres substances révélatrices, et d'une couleur gris violacé;

6° La couleur de l'argent réduit semble être en relation avec la grosseur du grain.

On a reconnu que, pour former des images à grains fins¹, il paraît indispensable de réaliser deux conditions :

1° Développer lentement, soit en ajoutant dans le révélateur des substances retardant la venue de l'image, soit en diluant convenablement la solution;

2° Introduire dans le révélateur un dissolvant du bromure d'argent. Ce dissolvant ne peut pas être en trop grande quantité, afin de ne pas dissoudre le bromure d'argent avant que l'image soit développée.

Le chlorure d'ammonium, employé à raison de 15 à 20 grammes pour 100 centimètres cubes de révélateur, réalise ces conditions.

Elles sont aussi réalisées dans les révélateurs à la paraphénylène-diamine et à l'orthoamidophénol, car ils ont à la fois une faible énergie révélatrice et dissolvent des quantités appréciables de bromure d'argent.

§ 3. — Altérations du sulfite de soude dans les révélateurs. Antioxydants.

Le sulfite de soude, dont le rôle principal est de retarder l'oxydation à l'air des substances révélatrices, a été l'objet de diverses études², dans le but de déterminer, d'une part le mécanisme de l'oxydation de ses solutions, d'autre part dans quelles limites peut durer leur conservation et par quels moyens on peut la prolonger.

On a trouvé que l'altération des solutions est uniquement produite par dissolution de l'oxygène de l'air qui se renouvelle au fur et à mesure de la transformation du sulfite en sulfate. Cette oxyda-

tion a lieu beaucoup plus rapidement en solution étendue que concentrée³.

Un certain nombre de réducteurs organiques, ajoutés aux solutions de sulfite alcalin en quantités très faibles, en ralentissent considérablement l'oxydation. Ces substances réductrices ont été désignées sous le nom d'antioxydants⁴. Ainsi quelques décigrammes de chlorhydrate de paranidophénol ou d'hydroquinone, 2 à 3 grammes de trioxyméthylène pour 1 litre de sulfite de soude à 30 grammes par litre, évitent pratiquement l'oxydation.

On croyait que la cause la plus importante de l'altération des révélateurs au diamidophénol consistait dans la facilité avec laquelle les solutions diluées de sulfite absorbent l'oxygène de l'air.

On peut, en effet, supposer que le sulfite de soude, jouant le rôle d'alcali dans le révélateur, lui fait perdre son pouvoir développeur dès qu'il ne fonctionne plus comme alcali. On a reconnu⁵ que cette hypothèse, généralement admise, est inexacte et que l'altération des révélateurs au diamidophénol n'est pas due à la destruction du sulfite de soude, mais à l'oxydation à l'air du diamidophénol, retardée, mais non empêchée par la présence du sulfite.

III. — OBTENTION DU POSITIF.

§ 1. — Papiers aux sels d'argent.

1. *Papiers par noircissement direct.* — Tous les papiers photographiques dits par noircissement direct, préparés jusqu'à ces derniers temps, renfermaient un excès de sels d'argent solubles, sans lequel l'action de la lumière ne se manifeste que d'une manière pratiquement insuffisante.

Ces sortes de papiers, depuis le papier salé et le papier albuminé d'autrefois, jusqu'aux genres citrate, celluloïde, etc., en usage actuellement, ont été et sont encore très répandus parce qu'ils ont le grand avantage de permettre l'examen de l'épreuve pendant le tirage et d'arrêter son impression au moment opportun; en outre, leur manipulation ne nécessite pas l'emploi d'un laboratoire obscur.

Mais, à côté de ces avantages incontestables, ils présentent tous des inconvénients communs qui sont multiples et que nous rappelons ci-dessous :

1° Leur conservation est très limitée, quel que soit le sub-tratum de la substance sensible.

L'altération de ces papiers est favorisée par l'action de la chaleur et de l'humidité; de là, la nécessité de prendre de grandes précautions dans

¹ LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* (1904), p. 422.

² NAMIAS : *Bull. de la Soc. suisse de Photographie* (1903), p. 513. — HAUERBRISSE : *Das Atelier des Photographen*, (1903), p. 129.

³ LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* (1904), p. 226.

⁴ LUMIÈRE et SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* (1905).

⁵ *Ibid.* (1905).

emballage de telles préparations et de les utiliser une époque rapprochée de celle de leur fabrication.

2° Les préparations par noircissement direct exigent l'emploi de papiers très purs, exempts surtout de particules métalliques. Malgré les progrès réalisés dans la papeterie, il est impossible d'éviter d'une manière absolue les points métalliques, qui se traduisent à la sensibilisation par des taches circulaires blanches, au centre desquelles on remarque un point noir.

3° L'emploi de composés argentiques solubles atténue l'inconvénient de déterminer fréquemment sur les négatifs la production de taches brunes par le transport de ces sels sur la gélatine du cliché, quand l'humidité vient à imprégner soit le papier, soit le négatif. Lorsque le tirage d'un grand nombre d'épreuves doit être effectué sur un même cliché, c'est fréquent de constater ces taches, surtout en hiver si l'impression s'effectue à l'extérieur.

4° Un autre inconvénient des préparations à base de sels argentiques solubles réside dans la facilité avec laquelle elles donnent lieu à la production des taches de sulfure d'argent provenant de traces d'hyposulfite de soude.

5° Enfin, les papiers par noircissement direct sont peu sensibles et fournissent des épreuves qui manquent de demi-teintes, principalement quand les négatifs employés sont un peu trop intenses. Tous ces inconvénients sont liés à une cause unique : la présence dans la couche sensible de sels d'argent solubles, et l'on conçoit l'intérêt considérable qui s'attachait à la découverte d'une méthode permettant la suppression de ces sels solubles dans ces sortes de papiers sensibles.

MM. Lumière¹ sont arrivés tout récemment à résoudre cette difficulté. Ils ont remarqué que les substances réductrices, en général, favorisent le noircissement des sels halogénés d'argent et plus spécialement du chlorure; mais l'influence de ces réducteurs varie dans une large mesure suivant la nature de la fonction chimique qui communique à la molécule des propriétés réductrices. Ainsi, par exemple, les amines aromatiques n'exercent qu'une influence peu marquée sur le noircissement du chlorure d'argent, tandis que les phénols paraissent agir d'une activité bien plus considérable.

Les diphenols, les triphenols sont plus actifs que les corps qui ne possèdent qu'un seul hydroxyle, et, parmi les phénols polyatomiques, c'est la résorcine qui semble être la substance la plus convenable.

Les sels manganéux, les nitrites, les arsenites sont également susceptibles de fournir des résultats intéressants.

Ces différentes substances réductrices peuvent être employées soit avec des émulsions de chlorure d'argent dans la gélatine renfermant des sels de la double décomposition qui a donné naissance au sel haloïde d'argent insoluble, soit encore avec des émulsions lavées ne renfermant que du chlorure d'argent pur.

La même action se manifeste lorsqu'on remplace la gélatine formant le substratum de la substance sensible par d'autres matières colloïdales, telles que la caséine, l'albumine, le collodion, etc.

La méthode nouvelle conduit à des résultats qui ne le cèdent en rien à ceux que fournissent les meilleurs procédés de tirages directs employés jusqu'ici. Les nouveaux papiers, qui ont été désignés sous le nom d'*Actions*, semblent donc devoir prendre une grosse importance dans l'industrie des papiers photographiques, car ils offrent tous les avantages recherchés dans les procédés par noircissement direct sans en présenter les inconvénients et sont, en outre, d'une sensibilité notablement plus grande. Enfin, ces nouvelles préparations sensibles peuvent être coulées sur les supports variés, notamment sur des papiers métallisés, et donner ainsi des effets très originaux.

2. *Papiers à image latente ou par développement.*

— Quelques perfectionnements ont été apportés dans la fabrication des papiers au gélatino-chlorure d'argent. Ces papiers joignent à leur faible sensibilité, permettant de les manipuler facilement à la lumière jaune (sans lanterne spéciale), la propriété de donner de beaux noirs veloutés. En outre, on peut, en faisant varier la durée d'exposition, la dilution du révélateur et le temps de développement, obtenir des images constituées par de l'argent à un état de division variable fournissant une gamme de couleurs : sanguine, sépia, vert, etc. On a pu, d'autre part, modifier la couleur noire habituelle des papiers par développement en transformant l'argent de l'image en divers ferrocyanures métalliques. Les nombreuses formules indiquées dans ce but renferment un composé commun, le ferrocyanure de potassium (qui est réduit par l'argent et transformé en ferrocyanure), et un sel métallique qui réagit à son tour sur le ferrocyanure et duquel dépend la couleur de l'image virée. L'image obtenue est bleue avec les sels ferriques, rouge pourpre avec les sels cuivriques, sépia et sanguine avec les sels d'urane. Ces virages sont, en outre, additionnés d'un acide organique destiné à dissoudre le ferrocyanure d'argent formé par l'action du ferrocyanure de potassium en excès sur le sel d'argent soluble, qui prend naissance pendant le virage et qui teinterait les blancs. Tout récemment, on a pu transformer l'argent de l'image en

¹ Brevet français, déposé le 21 Août 1905.

un ferrocyanure d'une belle couleur verte contenant à la fois de l'argent, du cobalt et du plomb¹.

L'analyse des images virées avec les divers sels métalliques a montré qu'elles étaient formées de ferrocyanures doubles et triples, mais n'a pas permis de déterminer la formule exacte de ces composés².

§ 2. — Papiers au charbon.

Les procédés de tirage qui utilisent l'action de la lumière sur la gélatine bichromatée n'ont pas subi dans ces derniers temps de modifications intéressantes à signaler. L'étude de la réaction servant de base à la photographie au charbon, qui avait été en 1878 l'objet d'un travail resté classique publié par Eder³, a été reprise récemment⁴. On a déterminé si la lumière agissant sur la gélatine imprégnée de bichromate de potassium le réduit seulement à l'état de sesquioxyde de chrome, ou s'il se forme, avec l'excès de bichromate, du chromate de chrome comme l'avait indiqué Eder.

On a également étudié si la composition de la gélatine bichromatée correspond à une combinaison définie ou bien si elle varie avec la concentration de la solution de bichromate et la durée d'exposition à la lumière.

Les résultats de ces recherches tendent à prouver que, dans une première phase de l'action de la lumière sur la gélatine bichromatée, il se forme du sesquioxyde de chrome avec libération de potasse, qui forme du chromate neutre avec l'excès de bichromate. Ce chromate neutre, dont la proportion augmente peu à peu, ralentit au fur et à mesure la réduction du bichromate par la lumière. La formation du chromate de chrome a été confirmée, mais l'analyse n'a pas pu prouver que sa composition répond à celle du chromate de chrome normal. La quantité de chrome que fixe la gélatine bichromatée insolubilisée par la lumière varie avec la concentration de la solution de bichromate et la durée d'exposition à la lumière. Sa teneur en chrome peut varier de 0,39 à 10 grammes pour 100 gr. de gélatine.

L'oxyde de chrome que renferme la gélatine insolubilisée paraît formé de deux parties : l'une fixe, comparable à l'oxyde que retient la gélatine dans l'insolubilisation par les sels de sesquioxyde de chrome, l'autre variable avec la durée d'exposition et provenant de la réduction directe du bichromate par la matière organique.

L'acide chromique et le bichromate d'ammoniaque, qui ne donnent pas naissance comme les bichromates alcalins à un chromate stable⁵, sont beaucoup plus facilement réductibles par la lumière que le bichromate de potassium. On obtient, en effet, avec ce dernier après sept heures d'exposition une quantité de chrome voisine de 10 %, et qui atteint 20 % après trois jours, tandis qu'avec les premiers cette quantité est déjà supérieure à 10 % après une heure d'exposition.

§ 3. — Ozotypie.

Parmi les procédés de tirage du positif se rattachant au précédent, nous citerons le procédé ozotypique de Manly⁶, qui date déjà de plusieurs années. Il utilise, comme le procédé au charbon, la gélatine insolubilisée, mais il en diffère en ce que l'insolubilisation n'a pas lieu directement par insolation, mais au moyen d'une épreuve obtenue par l'action de la lumière sur un mélange d'un sel de manganèse et de bichromate de potassium.

On imprime donc à travers un cliché un papier ainsi sensibilisé : il se forme une image brune constituée par du sesquioxyde de chrome et du peroxyde de manganèse, que l'on débarrasse facilement de l'excès de bichromate et des autres sels solubles.

On prend alors un papier gélatiné qu'on imbibé d'une solution à 5 % d'acide acétique additionnée d'une substance telle que l'hydroquinone (1 gr. par litre) destinée à tanner la gélatine, puis on y applique l'image à l'oxyde de manganèse.

L'acide acétique tend à dissoudre cet oxyde et le sel manganique formé se décompose au contact de la gélatine ; toutes les parties mouillées par le sel de manganèse s'insolubilisent et d'autant plus profondément que la couche de peroxyde de manganèse est plus grande. Il ne reste plus qu'à développer l'image à l'eau chaude, comme dans la photographie au charbon, pour dissoudre la gélatine restée soluble et faire apparaître l'image qui, comme dans le procédé au charbon, est constituée par des reliefs de gélatine.

§ 4. — Katatypie.

Nous citerons enfin un procédé de tirage curieux dans lequel on ne fait pas intervenir la lumière mais où l'on substitue à son action celle d'un métal très divisé comme celui qui constitue une image au platine, agissant comme catalyseur. D'où la

¹ LUMIÈRE ET SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* 1903.

² *Ibid.* 1905.

³ EDER : *C. R. de l'Acad. des Sc. de Vienne et Photographische Correspondenz* (1878).

⁴ A. L. LUMIÈRE ET SEYEWETZ : *Bull. de la Soc. chimique de Paris* (1905), T. XXXIII, p. 1032.

⁵ On peut supposer que l'ammoniaque libéré dans la décomposition du bichromate se dégage peu à peu, au fur et à mesure de la décomposition du bichromate d'ammonium par suite de l'instabilité du chromate neutre d'ammonium.

⁶ MANLY : *Bull. de la Soc. franç. de Photographie* (1899) p. 361.

nom de *Katatype* donné par le D^r Gross à la nouvelle méthode de tirage dont il est l'auteur¹.

Si l'on mélange l'acide pyrogallique à un corps oxydant, tel que le bromate de potassium, le mélange brunit très lentement par suite de l'oxydation de l'acide pyrogallique aux dépens du bromate. On peut produire ce noircissement d'une façon très rapide par l'emploi d'un catalyseur. Le platine peut jouer ce rôle. En effet, si l'on imprègne une feuille du mélange précédent et qu'on y applique, en pressant fortement, une épreuve au platine, ce métal agira comme catalyseur. Le noircissement de l'acide pyrogallique sera suffisamment accéléré dans les parties en contact avec le platine pour qu'il ne soit pas encore visible dans les autres. La réaction sera d'autant plus rapide que la couche de platine en contact sera plus épaisse, c'est-à-dire que les noirs de l'image seront plus intenses. On peut donc obtenir ainsi une reproduction en noir de l'image au platine.

Le D^r Gross a fait une autre application de la catalyse, en utilisant l'eau oxygénée. On sait que ce corps laisse facilement dégager son oxygène sous l'action des métaux très divisés. Si donc on en imprègne une épreuve photographique formée par de l'argent ou du platine, l'oxygène se dégagera dans toutes les parties en contact avec le métal, c'est-à-dire dans les parties noires, et l'eau oxygénée subsistera dans les parties blanches.

On peut reporter par contact sur une feuille de papier ordinaire ou gélatinée cette image invisible, qui constitue un véritable négatif puisque l'eau oxygénée ne subsiste que dans les parties blanches de l'image. Celle-ci est rendue visible par divers réactifs donnant des produits insolubles et colorés par les oxydants. Ainsi avec un sel de manganèse on obtient une image brune de peroxyde de manganèse. Un mélange de chlorure de cuivre, d'acétate de soude et de ferriocyanure de potassium donne une image brune de ferriocyanure de cuivre, l'eau oxygénée agissant ici comme réducteur.

Avec du sulfate double de fer et d'ammoniaque, l'image se forme avec l'eau oxygénée du sulfate ferrique qui peut être développé en violet avec l'acide gal-

feuille de papier gélatiné. Le positif invisible d'eau oxygénée qui passe sur cette feuille est ensuite développé avec une solution de sel de manganèse par exemple.

On peut enfin insolubiliser la gélatine comme le ferait le bichromate en présence de la lumière. Le négatif au bromure d'argent est recouvert d'une solution éthérée d'eau oxygénée et, après évaporation de l'éther, mis en contact pendant trente secondes au châssis-presse avec le papier gélatiné. L'eau oxygénée restée dans les ombres du négatif passe dans la gélatine. Le papier est ensuite plongé dans un sel ferreux qui est transformé en sel ferrique par l'eau oxygénée. Cette transformation est d'autant plus profonde qu'il s'est fixé plus d'eau oxygénée. Le sel ferrique insolubilise la gélatine, de sorte qu'après un simple lavage l'image peut être dépouillée à l'eau chaude et à la sciure de bois comme dans le procédé à la gomme bichromatée.

IV. — CONCLUSIONS.

Nous avons passé en revue les principaux progrès réalisés récemment dans les diverses branches de la Photocimie. Nous avons dû évidemment omettre certains points et nous abstenir de signaler des travaux intéressants s'y rattachant moins directement.

On a pu voir combien la science photographique se perfectionne de jour en jour, et comment, grâce aux études tendant à élucider les phénomènes photochimiques, les opérations photographiques, si longtemps confinées au domaine de l'empirisme, auront dans un avenir prochain le caractère qui leur convient, celui d'une science précise.

Il reste pourtant de nombreux sujets de recherches : la sensibilité des plaques est encore insuffisante, le grain de l'émulsion trop gros ; il reste d'importants progrès à réaliser dans le traitement des surfaces impressionnées soit pour combattre la solarisation, soit pour remédier à la sous-exposition, en prolongeant l'action de la lumière par celle du développeur.

Et les questions seront peut-être résolues un jour, comme l'a été celle de la photochromie pratique réalisée au moyen d'une plaque ordinaire, problème qui paraissait jadis irréalisable. Mais les conquêtes progressives de la science nous montrent que l'impossible d'hier peut devenir la réalité de demain.

A. Seyewetz.

Sous-Directeur de l'Ecole de Chimie industrielle de Lyon.

¹ Bull. de la Soc. franç. de Photographie (1904), p. 442.

UNE THÉORIE TOXIQUE DE LA DOULEUR

Les expériences de Max von Frey, et aussi celles de Goldscheider, Alrutz, Thunberg et autres, ont démontré de la façon la plus convaincante l'existence des nerfs douloureux. Il y a donc *spécificité* des organes servant à recueillir les excitations douloureuses.

Je désirerais compléter ces faits par une théorie encore inédite, qui m'est personnelle, dans laquelle j'essayerai de démontrer la *spécificité de l'agent* qui provoque les sensations douloureuses, autrement dit de l'*excitant de la douleur*.

La douleur est produite par une excitation forte; la douleur est produite par toute cause qui modifie profondément l'état du nerf. Or, il se pourrait que l'excitation forte qui produit la douleur ait des vertus différentes, non pas seulement au point de vue quantitatif, mais aussi au point de vue qualitatif. Elle n'agirait pas en tant qu'excitation forte, mais par les produits spécifiques qu'elle engendrerait. L'étude approfondie de la physiologie de la douleur, c'est-à-dire l'étude de la douleur par rapport à ses causes, nous permet de mettre en avant une théorie qui expliquerait le mécanisme intime de l'excitation douloureuse. Max von Frey avait déjà admis qu'elle est d'origine chimique, c'est-à-dire que l'excitation mécanique nécessaire pour éveiller la douleur produit des changements dans la concentration des liquides contenus dans les terminaisons nerveuses.

Nous dirons : la douleur est due à une intoxication des terminaisons nerveuses douloureuses. L'excitant de la douleur est constitué par des substances algogènes, nées au moment de l'excitation forte.

Cette théorie n'est pas présentée sans arguments. Certains d'entre eux expliquent mieux que toute autre hypothèse les particularités de la douleur; d'autres sont empruntés à des analogies.

1

Chaque excitation est liée à une transformation chimique. On admet aujourd'hui une origine chimique pour un grand nombre d'excitations. J'ai expliqué ailleurs¹ comment il fallait concevoir la douleur visuelle, par exemple. Est-il possible que la lumière, qui est l'excitant spécifique pour le nerf optique, puisse aussi agir sur les ter-

minaisons du nerf optique? Mais les vibrations lumineuses de l'éther n'agissent pas non plus directement sur les terminaisons du nerf optique; on admet qu'elles produisent des modifications chimiques dans la rétine, et c'est la modification chimique qui agit à son tour comme un excitant sur les terminaisons du nerf optique. Il est donc facile à admettre que la modification chimique, dès qu'elle aura atteint une certaine forme (substances toxiques), grâce à son intensité, viendra agir comme un excitant sur les terminaisons des nerfs douloureux, qui réagiront par la sensation qui leur est propre.

Pour l'olfaction et la gustation, l'excitation est chimique dans tous les cas, aussi bien pour la perception que pour la douleur. Ainsi, pour la gustation, par exemple, il est de toute évidence qu'un acide faible ne vient agir que sur les terminaisons du nerf lingual et du nerf glosso-pharyngien sans atteindre les nerfs de la douleur, dont le seuil est plus élevé; mais un acide plus fort ébranle les terminaisons des nerfs douloureux.

Quand on demande le pourquoi de cette différence, on trouve la réponse dans le fait de la toxicité des solutions concentrées des acides. De même, si l'ammoniac gazeux fortement mélangé à l'air blesse notre muqueuse olfactive, c'est par le fait de sa toxicité.

Il en serait de même pour l'excitant mécanique; tant que les produits chimiques issus de cette excitation ne seraient pas toxiques, on n'aurait aucune douleur; la douleur n'apparaîtrait qu'au moment de la formation de ces produits, qui seraient de nature définie et viendraient agir comme un excitant sur les terminaisons des nerfs douloureux. C'est la compression de ces nerfs qui produit les douleurs atroces des crampes, des calculs hépatiques, du glaucome.

Pour avoir la sensation douleur, il n'est nullement nécessaire de supposer que la substance toxique doive être transportée au cerveau par voie sanguine. C'est l'ébranlement nerveux des terminaisons nerveuses qui se transmet au cerveau, ébranlement déterminé par l'action sur les terminaisons douloureuses des poisons algogènes nés sur place, au moment de l'excitation forte.

En réalité, la formation des substances algogènes n'est pas instantanée. Elle demande un certain temps. La douleur apparaît, en effet, bien plus tardivement que les autres sensations (tactiles, thermiques, acoustiques, visuelles, etc.). Un traumatisme violent nous donne d'abord la notion de

¹ Le sens de la douleur. Rapport présenté au 1^{er} Congrès belge de Neurologie et de Psychiatrie, tenu à Liège du 28 au 30 septembre; brochure de 56 pages, chez Lamertin à Bruxelles et chez Maloine à Paris.

contact; la douleur ne se produit que quelque temps après. L'incision d'un abcès nous fait sentir d'abord le froid du bistouri; ce n'est que quelque temps après que nous ressentons la douleur de l'incision. Alors que le temps de la réaction nerveuse est égal à 150 σ (millièmes de seconde) pour les excitations tactiles et acoustiques, à 200 σ pour les excitations optiques, il est de 900 σ , c'est-à-dire près d'une seconde, pour les excitations doulorifiques. Autrement dit, la douleur est perçue beaucoup plus tard que toutes les autres sensations. Ce retard a été interprété de différentes façons : pour les uns, il serait d'origine centrale; pour les autres, il aurait une origine périphérique. Dans ma théorie, ce retard est non seulement explicable, mais il est quasi indispensable, car il serait dû au temps nécessaire à la formation et à l'accumulation des substances algogènes¹.

Et en poursuivant le même raisonnement, on arrive à comprendre pourquoi MM. Ch. Richet, Goldscheider et d'autres physiologistes ont toujours constaté que la douleur était due à la sommation des excitations. Pour expliquer le retard dans la perception douloureuse, disent Sad et Goldscheider, il ne faut pas oublier que chaque excitation mécanique produit une sensation double, dont les deux éléments sont séparés par un intervalle appréciable. C'est la seconde impression qui est douloureuse. Or, une onde électrique unique ne peut produire ce phénomène; pour le provoquer, il est indispensable de faire passer une série d'excitations. Les auteurs mentionnés sont, par conséquent, arrivés à cette conclusion que la sensation de douleur, qui apparaît après un intervalle plus ou moins long, est due à la sommation des excitations, et que la piqure d'une épingle est donc analogue non à une excitation simple, mais à une série d'excitations. La sommation, d'après eux, se produirait dans la moelle. Nous croyons que notre théorie rend suffisamment bien compte de tous ces faits, pour admettre que la sommation est d'ordre chimique et qu'elle se fait à la périphérie sensitive. La douleur n'apparaît que quand les substances toxiques ont acquis une certaine concentration. Goldscheider dit aussi que non seulement l'intensité de la sensation douloureuse, mais aussi l'intervalle au bout duquel elle apparaît, peuvent varier avec la force de l'excitant. Ces phénomènes se rattachent strictement à la quantité de toxines produites.

Si la douleur produite par une excitation forte et

violente est due à la sommation des excitations, à plus forte raison il en est de même pour les douleurs dues à des excitations modérées, mais de longue durée. Non seulement des douleurs légères et sans cesse répétées peuvent occasionner des douleurs violentes, mais il arrive que le contact léger n'étant pas senti, il devient douloureux quand il agit à la longue. Ainsi, un grain de charbon tombant dans l'œil peut amener à la longue des douleurs insupportables.

On sait, en effet, expérimentalement que la sensation de douleur dépend non seulement de l'intensité de la pression, mais aussi de la durée de la pression; il faut que cette durée dépasse certaines limites, dit von Frey, pour que la sensation de la douleur atteigne son maximum. C'est là le fait connu du retard des sensations de douleur, qui vient confirmer l'opinion soutenue par Naunyn, Ch. Richet, Goldscheider et Sad, que la douleur est due à la sommation, à une addition latente d'excitations qui, étant isolées, seraient impuissantes à provoquer la douleur.

La théorie toxique de la douleur donne une explication satisfaisante de tous ces faits. Il y a une grande inertie doulorifique, par rapport aux autres sensations. Cette inertie serait due au temps nécessaire pour l'élaboration et l'accumulation des substances toxiques. D'ailleurs, la longue durée des perceptions lumineuses (200 millièmes de seconde au lieu de 150) n'avait aussi cessé d'intriguer les physiologistes, et cette longue durée est expliquée non par un retard d'origine centrale ou siègeant dans le nerf optique, mais bien par l'inertie rétinienne. Il faut un certain temps à l'excitant lumineux pour produire les modifications chimiques dans la rétine nécessaires pour exciter les terminaisons du nerf optique. L'excitation doulorifique, qui exige des changements bien plus profonds dans la constitution du nerf, nécessite un temps encore plus long.

La douleur se caractérise aussi par sa persistance et par son irradiation. Quand on touche avec une fine pointe un point de pression, on a une sensation seulement au premier moment; elle disparaît bientôt, malgré la persistance de la pression. Pour un point de douleur, la sensation de douleur augmente peu à peu, atteint un maximum et puis diminue lentement; si on enlève la pointe, la sensation persiste encore pendant un certain temps. En pathologie, l'on sait que la douleur persiste souvent après que la cause provocatrice de la douleur a été enlevée. Quant à l'irradiation, c'est le fait bien connu du manque de localisation précise; la piqure avec une pointe très fine s'irradie en étendue et en profondeur.

La persistance de la douleur aussi bien que son

¹ Le fait que, dans certaines maladies des centres nerveux, notamment dans le tabès, le retard dans la perception doulorifique est encore plus considérable, n'enlève aucune valeur à cette théorie. Pour beaucoup d'auteurs, le retard aurait une origine périphérique, le tabès n'étant pas exclusivement une maladie médullaire, mais produisant aussi des modifications dans les nerfs périphériques.

irradiation s'expliquent par la présence et la diffusion des substances algogènes.

II

Il nous reste maintenant à exposer quelques arguments qu'on peut invoquer par analogie.

On admet sans difficulté que la douleur très vive d'un phlegmon est due aux substances toxiques irritantes sécrétées par les microorganismes. L'inflammation d'une région quelconque de l'organisme (arthrites, ostéites, cystites, méningites), dit M. Ch. Richet, est due à la réaction des tissus contre les toxines sécrétées par les microbes.

Il est donc permis de parler de substances algogènes dans les inflammations. En généralisant, on comprendrait alors pourquoi des organes, presque insensibles à l'état normal, deviennent douloureux quand ils s'enflamment. La sensibilité douloureuse de ces organes, bien qu'étant obtuse à l'état normal, est terriblement exaltée par l'action combinée des toxines microbiennes et des toxines produites par la compression des nerfs lors de l'inflammation.

D'autre part, nous savons combien douloureuse est l'injection sous-cutanée des différents poisons; la douleur est quelquefois intolérable (mercure, sels métalliques en général, sel marin concentré).

Et, dans le même ordre d'idées, citons le pouvoir doulorigène des *venins* animaux, destinés à la lutte pour l'existence, à la défense et à l'attaque, à paralyser l'adversaire grâce à la douleur atroce que provoque la piqure ou la morsure.

Dans certains cas particuliers, le système nerveux central lui-même peut devenir douloureux: ainsi par exemple, dans l'anémie expérimentale du cerveau. Ici encore on peut invoquer l'action des toxines, qui se forment en abondance durant la vie partiellement anaérobie des tissus. La toxicité du sang asphyxique a été expérimentalement démontrée. Or, aucune partie du système nerveux central n'est jamais sensible au toucher. Les nerfs du toucher ne seraient pas sensibles aux poisons. Ces expériences permettent d'établir une démarcation quasi irréductible entre le sens du toucher et le sens de la douleur.

Il semble donc qu'il soit permis de généraliser, en disant que non seulement la douleur pathologique, la douleur par injection des poisons ou des venins et la douleur d'origine centrale, mais aussi la douleur traumatique, c'est-à-dire produite par piqure, déchirure, compression, tiraillement, froissement, arrachement, contusion, etc., est elle aussi due à un phénomène toxique, qui serait à la base de toute sensation de douleur, de quelque nature qu'elle soit. La théorie toxique de la douleur (sub-

stances algogènes) nous apparaît non moins probable que la théorie toxique de la fatigue (substances ponogènes).

Et, en parlant des douleurs pathologiques, il ne faut pas perdre de vue la fréquence des migraines et d'autres manifestations douloureuses dans les maladies par ralentissement de la nutrition (arthritisme, diabète, etc.), et dans les infections et maladies virulentes (syphilis, impaludisme). Ces manifestations morbides, y compris l'anémie, sont en effet dues à l'intoxication, soit interne, soit externe.

Nous croyons ainsi avoir expliqué le mécanisme intime de la naissance des sensations douloureuses lors de l'excitation mécanique des tissus, lors de leur excitation microbienne, et aussi lors de l'excitation des organes de la sensibilité dite spéciale (vision, olfaction, gustation, etc.). Il nous reste à parler des brûlures. Les brûlures constituent une source importante des douleurs traumatiques. Par quel mécanisme peut-on expliquer la douleur thermique?

Pour répondre à cette question, il faut rappeler les diverses théories qu'on a mises en avant pour expliquer la mort par brûlure locale. Les opinions se partagent entre le système nerveux, le sang et l'intoxication. Sous son ancienne forme, la théorie de l'intoxication attribue l'origine des accidents mortels à la suppression des fonctions de la surface cutanée et à la rétention de certains produits toxiques. Mais on a objecté que le mécanisme de la mort par vernissage de la peau n'est pas le même que celui des brûlures.

Sous sa nouvelle forme, cette théorie semble se prêter mieux que toute autre aux principes de la pathologie générale. Le poison qui provoque la mort des individus brûlés n'est pas un poison normal retenu par l'organisme, mais une substance nouvelle qui se forme sous l'influence de la brûlure par suite de la destruction des tissus. Reiss a vu que la toxicité des urines des individus brûlés est considérablement augmentée et que les animaux injectés avec cette urine succombent rapidement avec les symptômes caractéristiques des brûlures très étendues. Ces substances appartiendraient au groupe pyridique. Finalement, Kianicine, en analysant le sang et les organes des animaux brûlés, a pu en extraire, par le procédé de Brieger, une ploiame, qui offre l'aspect d'une substance amorphe, jaunâtre, d'une odeur acre et désagréable, facilement soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, et qui se rapproche, par ses propriétés chimiques, de la peptotoxine isolée par Brieger dans les liquides de la digestion gastrique. Cette substance, injectée aux animaux, porte surtout son action sur le cerveau et le bulbe; elle donne lieu à

une somnolence et à une torpeur marquées et provoque le ralentissement de la respiration et du cœur en arrêtant cet organe en diastole. Ce poison ne se trouve pas dans le sang ni dans les organes des individus normaux. Il n'est pas un produit de l'infection septique des tissus mortifiés.

Mortelles ou non, les toxines produites par les brûlures locales de la peau déterminent l'excitation nécessaire pour agir sur les nerfs dolorifères. Ainsi s'explique la douleur thermique.

Dans les brûlures, la destruction des tissus peut être plus ou moins profonde et plus ou moins étendue; mais, pour qu'il y ait douleur, il faut que les nerfs dolorifères ne soient pas détruits. En l'absence des nerfs, la douleur ne pourrait être perçue. Il est impossible de dire à l'heure actuelle si les substances algogènes sont dues à la décomposition chimique des terminaisons nerveuses ou bien à la destruction d'autres tissus. Cette dernière supposition ne paraît pas impossible. Bien des fonctions sont assurées dans la nature grâce à la destruction de certains éléments anatomiques. L'opinion de Tschitch, à savoir que la douleur serait le résultat de la mortification des tissus, trouverait ici une confirmation.

III

C'est ainsi que les particularités les plus caractéristiques de la sensation douleur se trouvent expliquées. La théorie toxique de la douleur ne peut prétendre à l'heure actuelle à donner l'explication de toutes les analgésies, des phénomènes de transfert, de la suppression des douleurs violentes sous l'influence du sommeil hypnotique ou simplement de la suggestion à l'état de veille. A cet effet, il serait nécessaire de connaître le mécanisme des états morbides qui servent de base à ces manifestations. Mais il est permis de supposer que, dans ces cas, ou bien la formation des substances algogènes se produit comme à l'état normal et seule la perception de la douleur est absente; ou bien, sous l'influence de l'anesthésie générale, de la suggestion, etc., il y a diminution des échanges organiques et consécutivement non-formation des substances algogènes. Cette dernière supposition est très séduisante. Elle expliquerait pourquoi, dans

le sommeil anesthésique aussi bien que dans le sommeil hypnotique, la sensibilité à la douleur disparaît la première et est la dernière à revenir. Comme la production des substances algogènes demande une transformation de la matière poussée assez loin, on comprendrait pourquoi, sous l'influence de l'anesthésie générale qui diminue l'intensité des échanges de moitié, si ce n'est davantage, la suppression de la sensibilité dolorifique est si précoce. Elle serait due à l'insuffisance des transformations chimiques, qui s'arrêteraient à mi-chemin et seraient impuissantes à donner naissance aux substances algogènes. Dans les mêmes conditions, l'excitation des autres organes sensoriels, œil, oreille, etc., produirait encore son plein effet. On comprendrait aussi pourquoi, dans l'anesthésie locale produite par le froid, etc., c'est aussi la sensibilité à la douleur qui est la première à disparaître: le froid paralyse les transformations chimiques et cette paralysie est funeste avant tout pour les nerfs de la douleur, dont l'excitant naturel est de nature toxique. Cette explication ressemble à celle qu'avait formulée M. Ch. Richet en disant que la douleur est due à une vibration forte du système nerveux et que le chloroforme diminue l'amplitude de la vibration. Nous remplaçons cette donnée par la notion de substances toxiques, notion qui permet de donner une explication satisfaisante des phénomènes les plus essentiels de la douleur, et nous disons que l'action analgésiante du chloroforme et d'autres substances pourrait être due à l'inhibition des échanges sous l'influence de ces poisons du système nerveux, et consécutivement à la non-production de l'excitant périphérique de la douleur au moment de l'excitation des nerfs.

La théorie que nous venons d'esquisser se prête à des vérifications. Quelles sont ces substances algogènes? Elles sont difficiles à mettre en évidence, car la douleur s'accompagne toujours de contractions musculaires. Mais il y a des moyens détournés pour étudier ces substances. Cette théorie aura donc le bon côté de susciter des expériences.

M^{lle} I. Joteyko,

Présidente du 1^{er} Congrès belge
de Neurologie et de Psychiatrie,
Chef des travaux au Laboratoire de Psycho physiologie
de l'Université de Bruxelles.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Duhem (P.), *Correspondant de l'Institut de France, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — *Les Sources des théories physiques : les origines de la Statique.* T. I. — 1 vol. in-8° de 360 pages avec 93 figures. (Prix : 10 fr.) A. Hermann, éditeur, Paris, 1905.

Depuis plus d'un quart de siècle, les postulats de la Mécanique sont pris à partie par une critique sévère, impitoyable de logique, qui a trouvé récemment en M. Poincaré son interprète le plus autorisé et le plus rigoureux. Incohérences, contradictions, cercles vicieux, réels ou apparents, rien n'a échappé à la pénétration des philosophes. Un certain désarroi a suivi, chez les nombreux esprits, attachés à la croyance cartésienne qu'un phénomène est expliqué quand on en a obtenu une image, une interprétation mécanique. Le problème de la « valeur de la science » s'est trouvé posé, ressuscitant la vieille querelle du réalisme et du nominalisme.

Devant des difficultés logiques incontestables, d'excellents esprits estimèrent que l'étude historique de la formation de la tradition en Mécanique jetterait quelque lumière sur cet important débat, et, tout au moins, fournirait une exposition didactique très souple; cette opinion, qui fut celle de Kirchhoff, a été soutenue à plusieurs reprises par M. Picard, notamment à l'occasion de la traduction belge récente d'un livre déjà ancien, consacré par E. Mach aux « Principes de la Mécanique », ouvrage qui vulgarise, en vue de l'enseignement, de précieuses indications sur le développement des principes, sans prétendre à être une histoire complète de la Mécanique. Le *Manuel* de Mach permet de prendre contact avec les fondateurs dont les œuvres sont d'une lecture malaisée; mais l'auteur comprend l'histoire trop subjectivement; ses citations sont souvent sans références et le choix n'en est pas toujours décisif. Bref, le lecteur garde l'impression que l'étude des sources des théories mécaniques est encore à faire. Cette étude, M. Duhem semble promettre de s'y consacrer, et le premier volume que le savant professeur de l'Université de Bordeaux vient de publier sur les *Origines de la Statique* montre qu'il s'agit là d'une entreprise considérable d'érudition et de critique, pleine de révélations inattendues, surprenant l'auteur lui-même et l'amenant à formuler, à la fin de sa Préface, cette conclusion générale sur l'évolution scientifique : « La science mécanique et physique dont s'enorgueillissent à bon droit les temps modernes découle, par une suite ininterrompue de perfectionnements à peine sensibles, des doctrines professées au sein des écoles du Moyen-Age; les prétendues révolutions intellectuelles n'ont été, le plus souvent, que des évolutions lentes et longuement préparées; les soi-disant renaissances que des réactions fréquemment injustes et stériles; le respect de la tradition est une condition essentielle du progrès scientifique. »

La période qu'embrasse ce premier tome va de l'Antiquité à 1650, d'Aristote à Descartes. L'histoire en est répartie dans quatorze chapitres; la partie classique, résumé des idées fécondes introduites dans la Science par Aristote, Archimède, Léonard de Vinci, Galilée, Stevin, Roberval et Descartes, forme les chapitres I à IV, XI à XIV; les six chapitres intermédiaires sont consacrés à raconter le développement insoupçonné des doctrines de l'Antiquité par le Moyen-Age occidental, l'influence de ce Moyen-Age sur Léonard de Vinci, de

Léonard sur les savants de la Renaissance, marquant ainsi la continuité de l'effort et la progressive éclosion des idées dans la suite des temps; ces six chapitres apportent une contribution absolument originale et singulièrement importante à l'histoire de la Mécanique.

Un double caractère frappe dès l'abord le lecteur : l'abondance des citations et la multiplicité des références. On est heureux de trouver des extraits copieux des textes anciens, souvent transcrits dans la langue d'origine, ce qui permet de constater la précision et l'élégance des traductions données par M. Duhem, toujours accompagnés de l'indication détaillée de la source, ce qui facilite l'étude de certains contextes si par hasard le commentaire et l'interprétation de l'auteur n'entraînaient pas une adhésion complète à son opinion.

Je serai bref sur les chapitres où l'historien ne fait que perfectionner les connaissances classiques; il faut dire cependant comme il recherche chez les fondateurs « l'idée de derrière la tête », comme il précise leur méthode, intuition féconde chez Aristote, logique impeccable chez Archimède, par exemple, comme enfin il décèle habilement dans leurs œuvres les germes des idées modernes.

Je veux plutôt insister sur la partie toute neuve du livre : l'histoire de la Statique du Moyen-Age et de ses sources alexandrines. Une analyse très détaillée des écrits attribués à Euclide, du « Liber Charastomis » publié et commenté par l'illustre géomètre arabe Thabit ibn Kurrah IX^e siècle, de l'anonyme traité « De Canonio », conduit jusqu'au seuil du Moyen-Age. La théorie du levier droit, de la balance romaine, avaient jusqu'alors été presque l'unique objet des méditations des chercheurs, quand, au XII^e siècle, on voit apparaître la notion d'un postulat très général, sur lequel Descartes proposera de fonder toute la Statique, à savoir qu'il faut même puissance pour élever un certain poids à une certaine hauteur que pour élever un poids K fois plus fort à une hauteur K fois moindre; Jean Bernoulli, on le sait, a tiré de ce postulat le principe des vitesses virtuelles sous la forme aujourd'hui employée. Tandis qu'Aristote, Thabit ibn Kurrah prenaient comme point de départ l'axiome, plus tard abandonné, de la proportionnalité de la force à la vitesse, Jordan de Nemore et son école rattachent l'équilibre du levier à l'égalité entre le travail moteur et le travail résistant.

Jordanus Nemorarius a vécu au début du XII^e siècle, et son *Tractatus de Ponderibus* paraît avoir été la source des nombreux ouvrages toujours publiés sous le nom de Jordan du XII^e au XVI^e siècle. Tous les manuscrits et imprimés attribués à Jordan et qui se trouvent soit à la Bibliothèque Nationale, soit à la Bibliothèque Mazarine, M. Duhem les a dépouillés et analysés, dégageant le Traité primitif de Jordan et découvrant dans les productions de l'école de ce maître un traité du XII^e siècle où le postulat précédent est utilisé pour trouver élégamment la loi d'équilibre d'un levier de forme quelconque et justifier la notion de moment, pour résoudre aussi le problème de la pesanteur apparente d'un corps placé sur un plan incliné par la méthode même que préconisera Descartes.

Les documents, inconnus ou méconnus, qu'on vient d'énumérer, font mieux comprendre les manuscrits de Léonard de Vinci, et M. Duhem établit, d'irréfragable façon, que « la végétation toulousaine d'idées neuves de Léonard a trouvé ses semences dans cette Statique du Moyen-Age »; il montre ce grand génie usant fréquem-

ment du postulat de Jordan, l'appliquant à la mécanique industrielle, à la démonstration de l'impossibilité du mouvement perpétuel; il met surtout en évidence la découverte par Léonard de Vinci de la loi de composition des forces concourantes, très exactement tirée des lois d'équilibre du levier.

On sait combien malheureux fut le sort des manuscrits de Léonard de Vinci; il n'en est pas résulté qu'ils n'aient point eu d'influence sur les contemporains. M. Duhem marque comme Tartaglia, comme Cardan possédait et mettaient en œuvre les principes de Jordan, vulgarisaient les vues du peintre-géomètre; il retrouve Léonard dans le traité *De Subtilitate* de Cardan (1531).

Une réaction se produisit contre l'Ecole de Jordan, avec Guido Ubaldo et Benedetti, qui s'ingénierent à ne conserver de l'œuvre de Léonard de Vinci que les idées fausses et à étouffer toute pensée féconde.

Tous les résultats déjà acquis durent être découverts à nouveau; c'est ce à quoi s'employèrent successivement Galilée, Stevin, Bèrnavol et Descartes; leur œuvre considérable est décrite dans les quatre derniers chapitres du livre par M. Duhem, heureux de retrouver au xvi^e siècle le postulat de Jordan transmis, par le traité de Cardan, à Salomon de Caux, par les originaux à Pierre Héron, employé par Roberval, érigé enfin en axiome fondamental de la Statique par Descartes.

Voilà pour la matière de ce curieux ouvrage. Quant à la forme, si l'on passe un léger défaut d'unité dans la composition justifié par la préface, il n'en faut rien dire; ce serait superflu auprès des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*, car ils ont gardé le souvenir des articles que M. Duhem a consacrés ici à l'évolution de la Mécanique; ce style d'une lumineuse clarté, fortement imagé, cette dialectique qui sait éviter la concision fatigante, cette élégance d'exposition des doctrines les plus abstruses, ces qualités pédagogiques tant prisées par la jeunesse studieuse dans les œuvres didactiques si nombreuses et si variées de l'éminent Professeur, tout cela se retrouve dans le présent volume. N'est-ce pas une chose rare qu'un livre d'érudition qui, d'un bout à l'autre, vous tient sous le charme et la suite ferme, tout au regret d'avoir à en attendre la fin?

A. BOULANGER,

Professeur-adjoint de Mécanique
à la Faculté des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Chwolson (O. B.), *Professeur à l'Université impériale de Saint-Petersbourg. — Traité de Physique*, traduit sur les éditions russe et allemande par M. Ed. Davaux, ingénieur de la marine. Edition revue et augmentée par l'auteur, suivie de notes sur la Physique théorique par MM. E. COSSERAT, Professeur à l'Université de Toulouse, et F. COSSERAT, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. — *Tome I. Premier fascicule: Introduction. Mécanique. Méthodes et instruments de mesure*, 1 vol. in-8° de 307 pages avec 219 figures. Prix: 16 fr. — *Tome II. Premier fascicule: Emission et absorption de l'énergie rayonnante. Vitesse de propagation. Réflexion et réfraction*, 1 vol. in-8° de 202 pages avec 105 fig. (Prix: 6 fr.) Librairie scientifique A. Hermann, Paris, 1905.

Voici une œuvre considérable et dont il suffit d'avoir parcouru les deux fascicules parus pour lui prédire en France le succès qu'elle a obtenu en Russie et en Allemagne.

Le plan de l'ouvrage est très notablement différent de ceux qui ont été généralement adoptés jusqu'ici en France pour l'étude de la Physique générale proprement dite; il en diffère surtout à deux points de vue: tout d'abord, pour le mode d'exposition des idées ou des méthodes générales; c'est ainsi que dans une introduction remarquable se trouvent exposées et

discutées, avec une ampleur et des développements qu'on ne rencontre généralement pas dans les traités de Physique, les questions relatives à l'étude de la Physique en général et aux rapports existant entre ses différentes parties, aux définitions et caractères des diverses grandeurs physiques, à l'établissement des lois, à leur valeur, aux rapports qu'elles ont entre elles, aux divers états de la matière, aux propriétés générales des corps, etc. Il en est de même de la façon dont sont présentées à la suite de principes indispensables de Mécanique les considérations générales sur les diverses formes de l'énergie, leurs transformations, leurs rapports avec les divers phénomènes physiques, le principe de la conservation. Isolément, toutes ces considérations sont familières aux physiciens, le mérite de l'auteur est de les avoir groupées en un ensemble fort instructif et d'une lecture intéressante.

Un second point qui caractérise tout particulièrement l'ouvrage est le groupement des théories générales, dont les principes fondamentaux et les formules peuvent être appliqués à l'étude de phénomènes variés; ainsi deux chapitres importants sont consacrés à l'étude de la composition des vibrations harmoniques, à la propagation des vibrations longitudinales et transversales, aux ondes stationnaires, au principe d'Huyghens, à la diffraction, à la réflexion et à la réfraction des ondes, au principe de Doppler.

Ces questions, traitées avec beaucoup de détails et une grande clarté, forment donc une excellente introduction à l'étude de l'Optique et de l'Acoustique. On pourra s'étonner de rencontrer par exemple les courbes de Lissajous et les principes de la diffraction dans un chapitre où le mot de son ou d'acoustique n'est pas plus prononcé que celui de lumière ou d'optique, et, à la vérité, si la généralisation pour ainsi dire anticipée, dans un traité de Physique, d'idées fondamentales, présente des avantages incontestables, poussée à l'excès, elle pourrait présenter aussi quelques inconvénients, ne fût-ce que celui de donner l'illusion d'analogies par trop profondes entre des phénomènes d'essence fort différents malgré l'identité de formules algébriques pouvant représenter leurs caractères communs.

Le même fascicule contient encore l'étude de la gravitation, la théorie du potentiel, l'étude des systèmes d'unités, et un dernier chapitre est consacré aux généralités relatives à l'exécution de mesures, à la méthode des moindres carrés, à l'usage des instruments généraux de mesures.

Enfin, deux notices importantes ont été ajoutées au texte primitif: l'une, très remarquable, de MM. E. Cosserat et F. Cosserat, est relative à la dynamique du point et du corps invariable; l'autre, également fort intéressante, de M. Davaux, traite de la théorie des intégrateurs.

Le premier fascicule du tome II traite de l'énergie rayonnante; il est conçu sur le même plan et avec le même esprit de généralisation. Dans une introduction très documentée, l'auteur traite des propriétés générales de l'éther, puis de la production et des propriétés générales de l'énergie rayonnante sous ses différentes formes. Il donne ensuite un exposé très complet des recherches entreprises relativement à la transformation de l'énergie calorifique en énergie rayonnante et inversement. Le reste du fascicule est consacré à la vitesse de propagation, à la réflexion et à la réfraction de l'énergie rayonnante.

Ajoutons que la bibliographie qui accompagne chaque sujet est aussi complète qu'on peut le souhaiter.

En résumé, le traité de Physique de M. Chwolson, à en juger par les fascicules parus, sera à la fois un livre précieux d'informations par la quantité et le choix des matériaux, et un livre d'étude d'une incontestable valeur par les idées d'ensemble, la méthode et la clarté de l'exposition.

E. AMAGAT,

Membre de l'Institut.

Chabré (C.). *Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. — Traité de Chimie appliquée* (t. I). — 1 vol. in-8° de 876 pages. Prix 22 fr. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

M. Chabré, qui professe à l'Université de Paris le cours de Chimie appliquée, vient de faire paraître le premier volume d'un traité sur cette matière, plus spécialement destiné aux étudiants qui se préparent aux carrières de l'industrie chimique.

L'ouvrage débute par une introduction très intéressante et très suggestive, où l'auteur, — bien connu par la part active qu'il a prise à la fondation et à l'organisation de l'Institut de Chimie appliquée de l'Université de Paris, — expose sa façon de concevoir l'enseignement de cette science. Bien qu'il se place plus particulièrement au point de vue des étudiants français et des besoins de l'industrie française, les considérations générales qu'il développe seront certainement accueillies avec faveur dans tous les milieux où l'on se préoccupe de l'enseignement de la Chimie appliquée; nous trouvons en particulier très heureuse l'innovation consistant à donner d'emblée au lecteur une vue très nette de l'organisation de cet enseignement dans les pays de langue française, auxquels s'adresse naturellement le traité de Chimie appliquée.

Le premier chapitre, qui traite de l'intérêt des personnes dans l'industrie, — soit de l'organisation des Sociétés industrielles, des brevets d'invention, des moyens d'assurer la sécurité des travailleurs dans les fabriques de produits chimiques, — constitue aussi une innovation des plus heureuses; le jeune chimiste doit être orienté, dès le début de ses études, sur les conditions pratiques de la carrière à laquelle il se destine.

Le chapitre suivant est également consacré à des considérations générales fort utiles et qui simplifient beaucoup la suite de l'ouvrage; il traite, en effet, des notions fondamentales sur le matériel général employé dans les industries chimiques.

Vient ensuite les principaux chapitres du tome I qui concernent : le chauffage industriel, l'épuration des eaux, la grande industrie chimique, la métallurgie, les chaux, mortiers et ciments, les combustibles, les composés ammoniacaux, les industries fondées sur la saponification des corps gras, et l'industrie sucrière.

Nous ne pouvons évidemment entrer ici dans l'analyse de ces divers chapitres; nous nous bornerons à noter qu'ils nous ont paru fort bien conçus; ils débute en général par quelques considérations de chimie pure relatives à l'industrie considérée, suivies de renseignements historiques et statistiques, et se terminent par l'étude détaillée des procédés proprement dits. Cette étude, conçue avec raison, pour un ouvrage de ce genre, au point de vue du chimiste plutôt qu'à celui de l'ingénieur, est toujours écrite avec clarté et précision; l'auteur a su faire un choix particulièrement judicieux entre les méthodes anciennes, — toujours instructives en ce sens qu'elles représentent une source d'expériences indispensables à connaître pour les applications dans d'autres domaines, — et les procédés les plus modernes, qui éveillent et excitent l'esprit de recherche et d'initiative. Tous les chapitres qui intéressent plus spécialement l'industrie française ont été très largement traités; ils contiennent un grand nombre de renseignements inédits, et parmi ceux-ci des dessins et plans absolument nouveaux que les spécialistes apprécieront très vivement.

Ces quelques indications suffisent pour faire comprendre dans quel excellent esprit est rédigé le Traité de Chimie appliquée de M. Chabré et quels services considérables il est appelé à rendre aux étudiants, aux spécialistes et aux membres du corps enseignant, qui attendront avec une vive impatience la publication du second volume.

Ph. A. GUYE.

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

3° Sciences naturelles

de Daniloff (E.). — *Le District de Yalta (Crimée). Étude de géographie physique*. (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.) 1 vol. in-8°. Paris, 1905.

Grâce aux remarquables travaux d'Ernest Favre, complétés par les recherches postérieures de MM. Sokoloff, Golovinsky, Prendel, de Vogt, Lagorio, la géologie de la partie méridionale de la Crimée est actuellement bien connue. Toutefois, aucune étude de géographie physique n'avait été abordée, relativement à une région curieuse entre toutes, parce que son sol offre sur un petit espace des formes très différentes.

C'est cette lacune que s'est proposé de combler M. E. de Daniloff dans sa thèse de doctorat consacrée au district de Yalta (Crimée).

Après avoir rappelé les caractères généraux de la péninsule dont fait partie ce district, l'auteur étudie successivement la géomorphogénie, le climat, l'hydrographie et les côtes. — Les considérations géomorphogéniques et hydrographiques constituent la partie la plus originale de son travail et méritent d'être brièvement résumées.

M. E. de Daniloff décrit les caractères spéciaux du modelé dans les zones calcaires, schisteuses, dans les grès et conglomérats, enfin, dans les massifs éruptifs. Il s'étend plus spécialement sur une région de hauts plateaux calcaires qu'il désigne sous le nom de Yaila occidentale. Cette région, nous dit-il, est comprise entre les deux trouées schisteuses du Baidari (Sud-Ouest) et Aloutcha (Nord-Est). Elle présente une dissymétrie très nette de son profil transversal. Ses flancs s'abaissent doucement vers le Nord, tandis que, vers le Sud, ils présentent des parois très escarpées.

La formation de ce massif ne doit pas être attribuée à des plissements, mais à la montée lente des couches vers le Sud, et aussi au fait caractéristique du passage latéral, du Nord au Sud, de marno-calcaires du jurassique supérieur, aux calcaires coralligènes résistants. Toute la région présente l'aspect typique des pays karstiques, avec leurs nombreuses dolines et leurs bassins fermés.

En résumé, la Yaila occidentale offre les traits manifestes d'une topographie d'usure, et n'est qu'une immense ruine. Quant à la région schisteuse, elle est le siège, sur les pentes dénudées, d'un ruissellement actif, l'ayant modelé suivant des formes doucement arrondies. La bande la plus importante où existent ces schistes occupe la dépression centrale, s'étendant entre le caucase criméen et la corniche crétaée.

Le versant Sud, — qui s'étend entre la mer et le bord méridional du grand plateau calcaire, — est caractérisé par un régime essentiellement torrentiel, tandis que, sur l'autre versant, les cours d'eau sont beaucoup plus tranquilles, et c'est là que se présentent les principales rivières de la Crimée. L'érosion est donc plus grande sur le premier versant que sur le revers septentrional, et il y a recul manifeste de la ligne de partage des eaux, vers le Nord. Des captures se préparent et méritent l'attention. Ainsi la rivière de l'Alma est sur le point d'être capturée par le Sofou-Ouzène, tributaire de l'oulou-Ouzène, qui se jette dans la mer Noire. Sur le versant Nord, le Belbeck sera un jour un affluent du torrent Kokkoz.

Ces quelques considérations montrent non seulement l'intérêt, mais encore l'utilité qu'offrent les recherches de M. de Daniloff. Cependant, on regrettera que l'auteur n'ait pas résumé, dans un chapitre spécial, les données les plus importantes fournies par son champ d'études, en insistant principalement sur ce qui, dans la topographie, est du domaine de la structure (Tectonique) et ce qui doit être rapporté aux phénomènes d'érosion. On regrettera encore que quelques comparaisons avec les régions voisines n'aient pas été esquissées. Elles

auraient utilement complété une thèse qui fait honneur, en même temps qu'à l'auteur, au directeur du laboratoire de la Sorbonne où elle a été élaborée.

J. RÉVILL.

Président de la Société d'Histoire naturelle du Savoie.

Bodin (E), *Professeur de Bactériologie à l'Université de Rennes. — Les Bactéries de l'air, de l'eau et du sol. — 1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire (Prix : 2 fr. 50). Masson et Co, éditeurs, Paris, 1905.*

Parmi les nombreuses espèces de microbes qui constituent le monde des infiniment petits, il n'y a pas que les espèces pathogènes qui doivent intéresser les médecins et les hygiénistes. La connaissance des espèces saprophytes leur est indispensable à plus d'un titre.

C'est ce que M. Bodin s'est proposé d'établir dans ce petit aide-mémoire. L'auteur traite successivement des microbes de l'air, de l'eau et du sol, et passe en revue les influences auxquelles ils sont soumis dans ces différents milieux, les transformations qu'ils y opèrent.

À côté des espèces saprophytiques, dont le rôle est d'assurer la migration des éléments des substances organiques à la surface du globe, il faut considérer les espèces pathogènes dont les milieux naturels constituent le véhicule transitoire. Dans ces habitats accidentels, ces espèces se conservent plus ou moins longtemps, perdent le plus souvent leur virulence et se confondent avec les espèces banales, si elles parviennent à s'adapter aux nouvelles conditions de vie qu'elles rencontrent.

Bien ne permet alors de les mettre en évidence d'une façon certaine, mais rien ne prouve qu'elles ne puissent devenir dangereuses sous l'influence de causes mal connues, soit dans la Nature, soit dans l'organisme qui les héberge. C'est ainsi que se pose le problème du retour des formes saprophytiques à la vie parasitaire, question encore très obscure à laquelle l'hygiéniste doit accorder toute son importance lorsqu'il s'agit de prendre des mesures prophylactiques.

Aussi bien, la solution de cette question est encore très éloignée, mais l'existence de *vibrions* saprophytes, de toute une série d'espèces intermédiaires entre le *Bacillus coli* et le bacille typhique rend cette hypothèse vraisemblable, de même qu'elle ramène l'état parasitaire à un cas particulier de l'état saprophytique.

Voilà, en quelques mots, la substance de ce petit ouvrage, qui n'est que le résumé d'un chapitre du cours de Bactériologie professé par M. Bodin à l'Université de Rennes.

On doit savoir gré à l'auteur de la façon claire et méthodique avec laquelle il résume ce chapitre si ardu et si obscur de la Bactériologie générale, où les résultats les plus contradictoires rendent si délicate la tâche de l'auteur.

P. MAZÉ.

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

4° Sciences médicales

Terrien (Dr Eugène), *Chef de Clinique à l'Hôpital des Enfants-Malades. — Précis d'Alimentation des jeunes enfants (état normal, état pathologique), avec préface de M. le Professeur GRANCHER. — 1 vol. de 236 pages. (Prix : 3 fr.) Steinheil, éditeur. Paris, 1906.*

Ce petit volume répond parfaitement à son titre : c'est bien un Précis, écrit dans une langue claire, débarrassé de tous les détails inutiles; offrant un guide sûr au médecin qui doit diriger l'alimentation d'un enfant, à la mère de famille qui veut allaiter ou surveiller l'allaitement par une nourrice.

Il est divisé en deux parties : l'alimentation de l'enfant bien portant; l'alimentation de l'enfant malade.

Dans la première partie, M. Terrien expose : 1° L'alimentation du nourrisson durant les huit premiers mois

de la vie; il établit la supériorité de l'allaitement maternel sur les autres modes d'allaitement et pose les règles et les indications de l'allaitement maternel, seul ou aidé par le biberon, de l'allaitement par la nourrice mercenaire, de l'allaitement au biberon; quantité, qualité du lait, nombre de repas, manière de parer aux incidents de l'alimentation, sont très précisément et nettement exposés.

2° L'alimentation à partir du neuvième mois, c'est-à-dire à partir de l'époque où l'on devra donner à l'enfant les premières bouillies, commencer le sevrage, et remplacer peu à peu le lait et les bouillies par des repas plus substantiels.

Dans la deuxième partie, M. Terrien traite de l'alimentation dans les principaux états pathologiques; chez les débiles congénitaux; en cas de syphilis héréditaire; dans les dyspepsies et les gastro-entérites infantiles; en cas d'intolérance gastrique; enfin chez les enfants athrepsiques. À ce propos, M. Terrien préconise la diète hydrique, l'alimentation par les bouillons de légumes, les bouillies, le lait digéré de Backhaus, le babeurre, la soupe de malt, et indique la formule et le mode de préparation de ces aliments.

Ce Précis, conçu dans un esprit très clinique, est destiné à devenir le vade-mecum du praticien de médecine infantile.

Dr M. LABBÉ,

Professeur agrégé

à la Faculté de Médecine de Paris.

Calot (Dr F.), *Chirurgien en Chef de l'Hôpital Rothschild. — Technique du traitement de la luxation congénitale de la hanche. — 1 vol. gr. in-8° de 296 pages avec 206 figures dans le texte et 5 planches hors texte. (Prix : 7 fr.) Masson et Co, éditeurs, Paris, 1905.*

La luxation congénitale de la hanche, qui a longtemps passé pour une infirmité incurable, est aujourd'hui, après les travaux de Pravaz, de Paci et de Lorenz, dans le domaine des affections curables. Si on peut à l'heure actuelle réduire et maintenir réduites les luxations congénitales de l'articulation coxo-fémorale, c'est en grande partie à la radiographie qu'on le doit. Les rayons X nous ont permis de constater la position respective des os, et après les manœuvres de réduction de juger du résultat obtenu; grâce à ce merveilleux moyen d'investigation, nous pouvons suivre pas à pas les étapes de la guérison. C'est ainsi qu'à un progrès en Physique répond immédiatement un progrès en Médecine.

M. F. Calot, dans le livre qu'il vient de publier, cherche à vulgariser le traitement de la luxation congénitale. Dans un chapitre préliminaire, il étudie les éléments du diagnostic précoce de cette affection; l'importance du diagnostic précoce est de tout premier ordre, car une luxation congénitale traitée à l'âge de deux, trois ou quatre ans aura infiniment plus de chances de guérison que si elle est traitée à l'âge de dix ou quinze ans. La plus grande partie du volume est consacrée au traitement; après avoir décrit la technique pure, ou manuel opératoire de la réduction, l'auteur passe en revue les divers cas qui peuvent se présenter dans la pratique et discute la manière dont il faut se comporter suivant les diverses éventualités. Le livre se termine par un chapitre supplémentaire où se trouve décrite la nouvelle technique de M. Calot pour les cas de luxation reconnue irréductible par les traitements non sanglants. Cette nouvelle méthode consiste à faire une incision des parties molles, à arriver sur la capsule articulaire à laquelle on pratique une petite boutonnière suffisante pour introduire un dilateur solide qui dilate la capsule rétrécie, grand obstacle à la réduction. L'ouvrage de M. Calot malgré son volume restreint contient un grand nombre d'observations, de documents figurés, une foule de renseignements précieux pour tous ceux qui s'occupent d'orthopédie.

Dr P. DESFOSSES.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Février 1906.

Sir William Crookes est élu Correspondant de l'Académie pour la Section de Physique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ed. Maillet communique quelques résultats relatifs aux propriétés des fonctions entières. — M. Louis Remy démontre le théorème suivant : Si le hessien d'une surface cubique possède une conique, il en possède onze autres et il est hyperelliptique. — M. P. Duhem adresse quelques lettres relatifs aux quasi-ondes de choc. — M. A. Boulanger étudie l'extinction de l'onde solitaire propagée le long d'un tube élastique horizontal. — M. P. Salet communique ses observations de l'éclipse de Lune du 9 février 1906, faites à l'équatorial de la Tour de l'Est de l'Observatoire de Paris. — MM. Rambaud et Sy adressent leurs observations de la comète Brooks (1906 a), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. J. Guillaume envoie ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1905. Le nombre des groupes de taches est plus élevé que précédemment, mais la surface tachée est moindre. Le nombre des groupes de facules a un peu augmenté, de même que leur surface totale.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Becquerel confirme, par des mesures précises, l'existence d'un ralentissement des rayons α lorsqu'ils traversent une feuille d'aluminium, ainsi que l'avait observé M. Hutherford. Les rayons α du radium se sont comportés dans ces expériences comme les rayons α des corps activés par l'ématisation. — M. E.-H. Amagat : Sur la pression interne des fluides et l'équation de Clausius (voir p. 205). — M. B. Brunhes a mesuré comparativement les durées d'une émission de rayons X et d'une étincelle en série avec le tube producteur de rayons. Les résultats conduisent à des valeurs de l'ordre du dix-millième de seconde pour la durée de l'action des rayons X. — M. G. Moreau a constaté qu'à une température donnée le coefficient de recombinaison des ions des vapeurs salines varie sensiblement comme l'inverse de la racine carrée de la concentration; il diminue à mesure que la température s'abaisse. Par leurs propriétés, ces ions, entre 170° et 0°, se classent entre les ions des gaz ordinaires et les gros ions dus à l'oxydation du phosphore. — M. C. Matignon revendique sur M. Otto Brill la priorité des recherches sur les sulfates des métaux rares du groupe du cérium. — M. A. Duboin a obtenu, par cristallisation fractionnée d'une solution saturée d'iodure de mercure dans l'iodure de calcium, trois nouveaux iodomercurates de calcium : $\text{CaF}_2 \cdot \text{Hg}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaF}_2 \cdot 5\text{Hg}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$; $3\text{CaF}_2 \cdot 5\text{Hg}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. — M. H. Giran a déterminé les températures de fusion des mélanges de soufre et de phosphore. La courbe présente 4 maxima correspondant aux sulfures P_2S_3 , P_2S_4 , P_2S_5 et P_2S_6 , et 4 minima correspondant à des eutectiques voisins de P_2S_3 , P_2S_4 et P_2S_5 . — MM. Guntz et Röderer ont préparé le strontium pur par dissociation de l'hydruure à température élevée. C'est un métal blanc d'argent, fondant vers 800°; sa chaleur d'oxydation (+ 141,2 cal.) est intermédiaire entre celles de Ca et Ba. — M. A. Colson : Sur la constitution des sulfates chroniques (voir p. 251). — MM. L.-C. Maillard et L. Graux ont constaté que les résultats cryoscopiques ne s'opposent en rien à la notion admise jusqu'ici de l'existence des bicarbonates dans les eaux. — M. F. Bodroux, en faisant réagir l'oxalate neutre d'éthyle sur les dérivés halogéno-

magnésiens des amines aromatiques primaires, a obtenu des oxamides disubstituées symétriquement; le succinate d'éthyle se comporte de la même façon. — M. Ph. Eberhardt a reconnu qu'on peut extraire l'huile de badiane, non seulement des fruits, mais aussi des feuilles de *Illicium verum*. La cueillette de celles-ci doit se faire une fois par an, au milieu de la saison sèche. — M. J. Sellier : Sur le pouvoir antiprésurant du sérum sanguin des animaux inférieurs (voir p. 250).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Charrin étudie le mécanisme des modalités pathologiques spéciales à chaque organe au cours d'une maladie générale. — MM. M. Pacaut et P. Vigier montrent que l'appareil salivaire de l'Escargot est formé par les deux glandes salivaires proprement dites et les deux glandes de Nalepa, dont les sécrétions se mélangent; ces deux espèces de glandes sont le résultat de la différenciation locale d'une même invagination épithéliale. — M. Ch. Gravier a étudié la faune améridienne de la Mer Rouge et ses affinités. A ce point de vue, la Mer Rouge se comporte comme une dépendance de l'Océan Indien; cependant, elle renferme aussi des espèces qui appartiennent à d'autres mers que l'Océan Indien.

Séance du 19 Février 1906.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats à la place d'Astronome titulaire vacante à l'Observatoire de Paris : 1^o M. Bocquet; 2^o M. H. Renan.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Hatt indique une méthode pour la détermination simultanée de deux points topographiques au moyen des constructions graphiques à grande échelle. — M. Laussedat montre comment, en Allemagne, on procède au relevé des monuments d'architecture d'après leurs photographies prises de points méthodiquement choisis.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. André Broca et Turchini ont poursuivi l'étude photographique de la durée de la décharge dans un tube de Crookes. Ils ont observé un début brusque de la décharge, qui reste relativement forte pendant 0,000,25 sec., puis continue beaucoup plus faible pour se terminer asymptotiquement au bout de 0,0008 sec. environ. — M. Gaiffe décrit un procédé pour la mesure de la quantité totale de rayons X émis dans un temps donné. Il consiste à interposer, entre la source et une pastille de platino-cyanure de baryum, une ou plusieurs caches en matière autochromique de transparence inégale aux rayons X. — MM. F. Dienert et E. Bouquet ont constaté que les sources de l'Avre sont faiblement radio-actives; celle du Breuil, la meilleure, indemne du cobalt commun, l'est plus que les autres. — M. M. Luizet a observé le 6 janvier, sur la rive gauche de la Saône, dans la presqu'île de Perrache, une tumeur caractérisée par ses faibles dimensions (40 mètres de largeur). — M. H. Moissan a distillé au four électrique les métaux de la famille du fer. Le manganèse est le plus volatil; après lui vient le nickel, puis le chrome, qui distille avec régularité avec 500 ampères sous 110 volts. Le fer distille avec 4.000 ampères sous 110 volts, après un dégagement tumultueux des gaz dissous dans ce métal. L'uranium a un point d'ébullition plus élevé que celui du fer, et le molybdène et le tungstène sont encore plus difficiles à distiller. — MM. P. Sabatier et A. Mailhe, en faisant réagir les composés HMgBr sur la méthylcyclohexanone-1 : 4, puis l'eau sur le produit de la réaction, ont obtenu les alcools tertiaires de formule $\text{CH}_3 \cdot \text{C}(\text{H})_2 \cdot \text{OH}$ R. — MM. Ch. Moreau et

I. Lazennec, en condensant les nitriles acétyléniques avec les phénols, ont obtenu les nitriles acryliques β -oxyphénolés β -substitués R. C. $(OC_2H_3) \cdot CH_2 \cdot C_6H_5$. Ils sont hydrolysés avec formation de cétones R. CO. CH_3 , de phénol, d'acétal et de CO_2 . — MM. E. E. Baise et H. Gault : Recherches dans la série du pyrane (voir p. 252). — M. A. Trillat a constaté que le sucre caramélisé ou ayant subi un commencement de caramélisation contient des doses plus ou moins considérables de formaldéhyde qui peuvent influencer ses propriétés originelles. — MM. A. Muntz et E. Lainé ont reconnu que, sous la forme d'humus, la matière organique, quelle que soit son abondance, n'entrave pas la nitrification; elle lui est plutôt favorable, sans constituer une condition indispensable. La matière humique paraît agir favorablement sur la multiplication des organismes.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Calmette et M. Breton ont constaté que l'ingestion de produits tuberculeux, même stérilisés par la chaleur, peut être très dangereuse pour les sujets déjà infectés de tuberculose et peut ne pas être inoffensive pour les sujets indemnes de cette maladie. On devrait donc proscrire de l'alimentation de l'homme le lait, même stérilisé, provenant de vaches tuberculeuses. — M. Ant. Pizon a observé chez le *Diplosoma spongiforme* Giard un mode de bourgeonnement aboutissant à la formation d'ascidiozoïdes bithoraciques et biventrés; il le désigne sous le nom de *displanctomie*. — M. A. Quidor a étudié l'individu mâle et l'appareil sucré du *Nicotia glauca*. Ce dernier comprend trois parties : la trompe, la bouche et le pharynx. — M. J. Cardot a déterminé les Mousses rapportées par les dernières expéditions antarctiques; il a trouvé 16 espèces. Quoique vigoureuses, elles fructifient rarement et se propagent probablement par séparation et dissémination des bourgeons. — MM. P. Viala et P. Pacottet : Sur les levures sporulées de Champignons à périthèces (*Glasosporium*) (voir p. 221). — MM. Cortel et A. Jurie ont pu observer sur un même pied Gamay d'Arconant greffé sur Aramon-Ruprestis deux récoltes provenant l'une de la greffe, l'autre d'un rameau fructifère du sujet. Ils ont constaté une influence profonde de la greffe sur le raisin et sur le vin et une influence inverse du greffon sur le sujet. — M. L. Cayeux a étudié les dépôts tourbeux qui affluent à marée basse, au nord-est de la baie de Morlaix, à Plongasnon-Prinzel. Les diverses couches sont formées par une végétation de marais, par du bois flotté, par des plantes arborescentes dont il reste les souches et tiges attestant l'existence d'une forêt détruite sur place.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 6 Février 1906.

MM. Chantemesse et F. Borel montrent que le transit des émigrants à travers la France constitue pour la santé publique un danger permanent, qui s'accroît beaucoup lorsque le choléra règne dans un des pays d'origine de ces émigrants. Il y aurait lieu de modifier les règlements qui régissent la matière. — L'Académie poursuit la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

Séance du 13 Février 1906.

M. Kermorgant présente un rapport sur le fonctionnement de l'Assistance médicale et de l'Hygiène publique indigène à Madagascar pendant l'année 1904. L'Assistance fonctionne maintenant régulièrement presque partout et elle a donné des résultats remarquables dans la lutte contre la variole et le paludisme. — Comme sanction à la récente communication de M. Chantemesse, l'Académie émet le vœu : 1^{er} Que la législation française en matière d'émigration soit modifiée dans ses dispositions concernant l'entrée des émigrants sur notre territoire, leur voyage à travers la

France et enfin leur séjour dans notre pays; 2^o Que cette nouvelle réglementation s'inspire des mesures dictées par les Gouvernements étrangers, notamment la Hollande, l'Allemagne et les pays américains; 3^o Que la surveillance administrative et la surveillance sanitaire des émigrants, complètement différentes l'une de l'autre dans leur but et leurs moyens, soient désormais divisées et confiées chacune au service compétent. — Suite de la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

Séance du 20 Février 1906.

M. A. Gautier présente un rapport sur un Mémoire de M. Lara relatif à la découverte de deux alcaloïdes vénéneux retirés des urines des lépreux. Ces deux bases répondent l'une et l'autre à la formule de la choline $C_{12}H_{19}AzO$, mais elles diffèrent par la solubilité de leur chloroplatinate et diffèrent aussi de la choline, dont elles paraissent être isomères. L'une est très vénéneuse et les symptômes de l'empoisonnement sont les mêmes que ceux de la muscarine; l'autre est bien moins toxique. — MM. L. Vaillard et Ch. Dopter ont constaté que le sérum des chevaux immunisés contre le bacille dysentérique et sa toxine possède des propriétés antimicrobiennes et antitoxiques. Ce sérum, inoffensif pour l'homme, même à doses massives et répétées, constitue l'agent spécifique du traitement de la dysenterie bacillaire. Injecté à doses qui doivent varier avec la gravité des cas, il enlève à la fois l'infection intestinale et l'intoxication, produit la sédation presque immédiate de tous les symptômes et permet une guérison rapide. Ses effets sont d'autant plus décisifs qu'il intervient plus près du début de la dysenterie. Mais il reste très efficace dans les dysenteries traitées tardivement; il soulage toujours les malades, met fin aux progrès de l'infection et, s'il en est temps encore, assure la guérison. — M. Brunon a employé le sérum antityphique de Chantemesse, concurremment avec les bains, dans le traitement de 100 enfants atteints de fièvre typhoïde à l'hôpital de Rouen. La mortalité est tombée à 3 %, alors qu'elle était de 17 % dans le traitement par les bains seulement. Tous les malades traités dès la première semaine ont été guéris. — Suite de la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Février 1906.

M. H. Iscovesco a fait de nouvelles recherches sur la présence de la catalase dans divers organes et n'en a trouvé ni dans la rate, ni dans le rein, ni dans le cerveau, ni dans le pancréas. — M. G. Meillère propose une nouvelle méthode pour la recherche de l'inosite dans les tissus, les sécrétions et les excréments; la présence de ce corps dans l'urine est plus fréquente qu'on ne le croit. — MM. L. Jammes et H. Mandoul ont constaté que le pouvoir bactéricide des Cestodes est plus spécialement actif contre les microbes pathogènes qui s'introduisent dans le milieu intestinal; ce pouvoir n'est pas spécial aux Cestodes. — MM. M. Pacaut et P. Vigier ont trouvé dans les glandes salivaires antérieures de l'Escargot (glandes de Nalepa) deux types cellulaires : l'un qui élabore du mucus mucocyte et l'autre qui élabore des grains de ferment (zymocyte). — Les mêmes auteurs ont reconnu que la salive d'*Helix* est sans action sur les albuminoïdes. Cette salive ne renferme pas de ferment protéolytique activable par l'entérokinase du porc. — M. Trouillet a observé 71 cas de méningo-encéphalopathie de nature grippale; il a isolé du sang des malades un diplobacille très mobile et très virulent. — M. L. Capitán a constaté que les liquides de Ringer et de Locke peuvent être employés en thérapeutique sous forme d'injections sous-cutanées, soit seuls, soit en tenant en dissolution divers médicaments. — MM. J. Mansion et J. Tissot proposent

d'extraire le chloroforme du sang et des tissus par distillation dans le vide à 75°-95°; on retrouve, ainsi, 96 à 98 % de la substance. — Les mêmes auteurs ont observé que l'anesthésie survient, chez les animaux, quand la proportion de chloroforme oscille entre 32 et 43 milligrammes par 100 centimètres cubes dans le sang artériel, et entre 25 et 30 milligrammes par 100 grammes dans le cerveau. — M. J.-A. Sicard a trouvé dans le liquide céphalo-rachidien, au moment de l'anesthésie, une quantité de chloroforme variant de 10 à 12 milligrammes par 100 centimètres cubes de liquide. — MM. Vidal et Ronchèse ont constaté que, chez le briteque azotémique, le rapport de l'urée à l'azote total s'élève dans le sérum à 96 %, alors qu'il est un peu inférieur à 80 % chez les sujets normaux. — M. M. Nicloux a reconnu que, dans l'anesthésie, le chloroforme est fixé par les globules sanguins avec une très grande énergie, puisque ceux-ci en retiennent 87 à 90 %; il y a donc dans les globules 7 à 8 fois plus de chloroforme que dans le plasma. — MM. L. Nattan-Larrier et A. Brindeau ont observé la présence de spirochètes facilement reconnaissables dans le protoplasma de quelques-unes des grosses cellules superficielles de la caduque dans le placenta syphilitique; ils y pénétrèrent avec les cellules fœtales dans lesquelles ils sont inclus. — M. P. Fauvel a constaté que l'ingestion de pain complet entrave d'une façon très notable l'assimilation des aliments azotés et principalement de la viande. — M. J. Baylac a trouvé que la toxicité de la stovaine est faible par la voie hypodermique, très grande par la voie intrapleurale ou intrarachidienne et maximum par la voie intraveineuse. — M. G. Loisel a reconnu que le rut, la lactation et la mue sont trois phénomènes périodiques qui se succèdent dans cet ordre, à intervalles à peu près réguliers, dans le cours de la vie d'une chenille; la lactation se produit régulièrement chez une femelle vierge et est donc indépendante de la gestation. — Le même auteur a étudié l'hérédité de la couleur du poil chez des lapins de race ordinaire et russe; il y a toujours dominance des caractères de la race ordinaire sur ceux de la race russe, ce qui confirme la loi de Mendel. — MM. A. Ruffier et M. Crendropoulou ont observé que certains sels, comme le chlorure de calcium, empêchent l'hémolyse quand on les ajoute au sérum et la favorisent en présence de la bile. — M. L. Grimbart signale une cause d'erreur peu connue en chimie biologique; c'est la présence d'un peu de chlorate dans l'azotate de sodium pur.

Séance du 10 Février 1906.

M. L. Camus : Action du sulfate d'hydroméline sur les ferments solubles et sur les microbes. — MM. J. Manson et J. Tissot ont observé que, pendant l'inhalation prolongée d'un mélange de chloroforme et d'air à 4 %, le sang artériel se change progressivement de chloroforme; l'anesthésie est complète longtemps avant que la mort survienne par suite de l'intoxication des centres cardiaques. — MM. Laignel-Lavastine et P. Halbron signalent un cas d'hémorragie cérébrale par rupture de l'artère du *arbus dentatus* droite, avec déviation conjuguée de la tête et des yeux. — M. E. Trouessart a constaté que la décoloration hivernale du pelage des Mammifères a lieu par l'action du froid, qui produit d'abord une rétraction du cône médullaire, avec formation de vides, suivie d'une phagocytose des éléments pigmentés. — M. A. Matza a reconnu que le foie de porc contient une substance capable d'hydrolyser très rapidement l'acétate de méthyle; cette substance ne se retrouve pas dans les autres organes. — M. H. Iscovesco a constaté que le sérum sanguin est un complexe constitué par des colloïdes électronégatifs et électropositifs. Les globules rouges ont une enveloppe électronégative; leur contenu est électropositif. — Le même auteur estime, d'après ses expériences, que l'action de la catalase hépatique sur H₂O₂ ressemble beaucoup plus à la neutralisation

d'un acide par une base qu'à une véritable action catalytique. — M. A. Netter montre que l'ingestion de chlorure de calcium constitue un bon moyen préventif contre les éruptions consécutives aux injections de sérum. Les doses de sels de Ca nécessaires pour prévenir les accidents sériques doivent être proportionnelles aux quantités de sérum injectées et au nombre des injections. — M. L. Plumier soutient, contrairement à MM. Pir et Petitjean, que le nitrate d'amyle provoque une dilatation des vaisseaux pulmonaires. — M. A.-J. Carlson déduit de ses expériences que le cœur des Invertébrés possède, très probablement sans exception, des nerfs augmentateurs ou inhibiteurs et, dans beaucoup de cas, les deux. — M. Pariset décrit une nouvelle méthode de sphymomanométrie clinique avec l'emploi, comme témoin, du sphymographe de Dudgeon modifié. — MM. M. Garnier et P. Thaon ont observé que les extraits d'hypophyse ont une action modératrice sur le cœur; l'intégrité des pneumogastriques est indispensable pour que l'extrait hypophysaire manifeste tout son effet. — M. L. Roques décrit un nouvel appareil destiné à l'étude de la respiration des Poissons. — MM. Balthazard et Lebrun ont constaté que la teneur en azote des gaz extraits des poumons est supérieure à 50 % chez les nouveau-nés qui ont respiré et qu'elle est inférieure à 15 % chez les morts. Cette méthode pourrait être précieuse en Médecine légale. — MM. Edm. et Et. Sergent ont trouvé, dans l'intestin d'un grand nombre de *Culex* et de *Stegomyia*, un flagellé parasite nouveau, qu'ils nomment *Herpetomonas algeriensis*. — M. P. Wintrebert a observé que les eaux radio-actives de Plombières déterminent une accélération de la croissance et de la métamorphose chez les larves de *Bana viridis*. — MM. Thibierge, Ravaut et Burnet ont suivi le *Spirochaeta pallida*, au cours d'une série de passages, de lésion en lésion, à partir d'un virus aussi pur que possible, ce qui constitue un nouvel argument en faveur de sa spécificité. — M. H. Rajat a constaté qu'une élévation ou une diminution de la température du milieu ambiant produisent toujours une diminution de la taille des Mollusques aquatiques. — MM. R. Lépine et Boulud pensent que l'oxyde de carbone contenu dans le sang normal et dans certains sangs pathologiques provient de la décomposition de l'acide oxalique. — M. G. Patein montre que le liquide d'hydrocèle contient généralement du glucose en proportions variables. — MM. C. Levaditi et Y. Manouélian ont reconnu que les Spirochètes existent presque constamment dans les lésions primaires des sucs antitropiques et cathartiques provoquées par le virus humain ou du virus sinien de passage. — M. F. Marino a observé que l'immunisation du coq contre le charbon est facile au moyen des injections de premier vaccin par voie sous-cutanée; elle est très difficile par injection intra-péritonéale. — MM. C. Delcenne, H. Mouton et E. Pozerski montrent que c'est dans le très court espace de temps nécessaire pour faire passer les mélanges de la température de 40° à celle d'ébullition que la digestion de l'ovalbumine et du sérum sanguin par la papaine se produit brusquement.

M. Portier est élu membre titulaire de la Société.

REUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Février 1906.

M. Ch. Mongour estime que les dangers de l'épreuve de Salomon, mis en présence des faibles résultats qu'elle donne, doivent inspirer une grande réserve dans son emploi. — M. J. Kunstler propose de donner le nom de *sphéridés* aux éléments protoplasmiques qu'il a découverts autrefois chez les Protozoaires; il signale, d'autre part, l'existence de noyaux uni et plurisphériques. — M. J. Sellier a constaté que le sérum sanguin des animaux inférieurs possède une action antiprésurante manifeste.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Février 1906.

M. A. Guébbard, à propos d'une Note récente de M. P. Villard où il était mis en cause, a adressé une Note pour déclarer que, ses publications antérieures lui paraissant fournir toute réponse, par anticipation, à la plupart des questions et objections qui lui sont faites, il se fera un plaisir de les adresser à toute personne s'intéressant au sujet traité. — M. Gouré de Villemontée rend compte d'expériences faites sur les diélectriques liquides en vue de rechercher : 1° l'influence de la durée de charge; 2° l'état électrique de la masse après la charge. Les premières recherches, faites avec le pétrole, ont montré la différence entre l'effet de l'air et celui des diélectriques liquides, l'influence prépondérante du temps et la marche générale du phénomène. Un second ensemble d'expériences a été entrepris avec l'huile de paraffine. Un condensateur cylindrique rempli d'huile de paraffine a été chargé avec une pile d'éléments Gouy. Trois séries d'expériences ont été faites : Dans la première, l'armature externe est portée au potentiel V , l'armature interne est au sol pendant un temps t ; puis on établit brusquement les communications de l'armature interne avec l'électromètre et de l'armature externe avec le sol et l'on mesure la charge Q de l'armature interne. Dans la deuxième série, on mesure la charge prise par l'armature interne lorsqu'on maintient l'armature externe à un potentiel donné et l'armature interne en communication avec un électromètre pendant un temps déterminé. Dans la troisième série, on a cherché si le diélectrique était chargé dans sa masse, après une durée de charge déterminée. Les charges ont été évaluées par la quantité d'électricité qu'il faut décharger sur un quartz piézo-électrique, soit pour produire une déviation égale à celle que détermine la charge de l'armature considérée, soit pour compenser la charge primitive (méthode de zéro). *Première série.* Les durées de charge ont été comprises entre 0 sec. 0042 et 30 minutes; le potentiel de charge a été 19,46 volts; la température comprise entre 21° et 24,6°. Le signe de la charge de l'armature interne est contraire au signe de la charge de l'armature externe; 2° En désignant par i le quotient $\frac{dQ}{dt}$ par V le potentiel de charge,

par k et n deux constantes, on voit que les expériences sont résumées par la formule: $i/V = kt^{-n}$. *Deuxième série:* 1° La charge de l'armature interne est de même signe que la charge de l'armature externe; 2° Loi des forces électromotrices. Les potentiels de charge ont été variés de 1,39 volt à 19,46 volts; les durées de charge ont été portées de 30 secondes à 27 minutes. Il résulte des expériences que les quantités d'électricité mesurées sur l'armature interne, après des temps de charge égaux, sont proportionnelles aux potentiels de charge; 3° Variations des charges avec les durées de charge: Les durées de charge ont été de 0 sec. 0042 à 27 minutes; le potentiel de charge a été 8,34 volts; la température comprise entre 15° et 20°. Les résultats sont représentés par des courbes. *Troisième série.* En faisant couler par le jeu d'un levier, dans un cylindre relié à un électromètre, l'huile de paraffine d'un condensateur chargé à 19,45 volts pendant 4 à 10 minutes, on ne trouve aucune charge appréciable dans le liquide. M. Gouré de Villemontée rapproche ensuite les résultats précédents de ceux qui ont été obtenus par M. J. Curie dans ses recherches sur la conductibilité des corps cristallisés et met en parallèle les courbes obtenues avec l'huile de paraffine et les courbes obtenues avec le quartz et montre que la propagation des charges électriques à travers l'huile de paraffine est comparable à la propagation des charges électriques à travers le quartz. — M. A. Cotton a apporté à la séance un des nouveaux moulages de réseaux de Rowland obtenus par M. Wallace, physicien à l'observatoire Yerkes, à Chicago. En regardant direc-

tement au travers les belles substances phosphorescentes de M. Urbain, on est renseigné immédiatement sur les différences que présentent les spectres des diverses matières placées côte à côte; il suffit de se placer un peu loin pour que la source lumineuse formée par la petite quantité de poudre phosphorescente soit vue sous un faible diamètre apparent. M. Cotton profite de cette occasion pour signaler l'intérêt particulier que présentent de semblables copies; non seulement elles sont appelées à vulgariser l'emploi des réseaux très dispersifs, qui peuvent, dans beaucoup d'applications courantes, remplacer un spectroscopie complet; mais les meilleures d'entre elles ont déjà été utilisées dans plusieurs recherches de précision, où elles ont rendu des services presque équivalents à ceux d'un réseau de Rowland proprement dit. Il faut, dans ce dernier cas, que la pellicule obtenue par moulage du réseau plan original (M. Wallace fait cette opération avec un collodion spécial) soit appliquée ensuite sur une glace travaillée de façon que la surface striée redevienne bien plane. Bien que l'idée de mouler un réseau soit ancienne (Brewster) et ait été appliquée par plusieurs physiciens, ce n'est que depuis peu que cette difficulté a été surmontée, et qu'on peut se procurer à bon compte, dans le commerce, des copies de ces instruments précieux.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Février 1906.

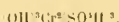
M. Paul Adam montre que la diastase réductrice du lait est instantanément détruite par l'eau oxygénée; de là un procédé pour reconnaître si un lait, ne contenant plus d'eau oxygénée, a été traité par cet antiseptique. — M. Gabriel Bertrand fait remarquer, à l'occasion de la communication précédente, que l'on a tort de rapprocher du groupe des oxydases les ferments solubles qui décomposent l'eau oxygénée. Dans le cas des oxydases, il y a oxydation d'une substance organique, de composition déterminée, par l'oxygène de l'air, qui est alors séparé en ses deux atomes, c'est-à-dire transformé en oxygène actif. Dans celui des ferments qui s'attaquent à l'eau oxygénée, il y a séparation de celle-ci en eau et en oxygène; aucune substance oxydable n'intervient dans la réaction. Si l'on emploie une substance de cette dernière nature, résine de gayac, gayacol, etc., c'est purement à titre de réactif, pour mettre en évidence la production d'oxygène atomique. M. Gabriel Bertrand propose le nom de peroxyelastase pour désigner ce ferment soluble, celui de catalase (Lewy) étant conservé au ferment soluble qui décompose l'eau oxygénée avec production d'oxygène moléculaire inactif. — M. Léger entretient la Société d'un alcaloïde qu'il a retiré des germes de l'orge et qu'il a nommé hordéine. — M. P. Freundler a poursuivi ses recherches dans la série du cyclohexane. Il expose, à ce propos, un certain nombre d'observations qui constituent des exceptions aux réactions que l'on est habitué à considérer comme générales. Il décrit également un certain nombre de corps nouveaux, dérivés de l'alcool hexahydrobenzylique, de l'acide cyclohexylactéique et de la cyclohexylactéone C_6H_9 , $CH_2CO_2CH_2$. Ces recherches ont été effectuées en partie avec la collaboration de M. Damond et de M. Rougrand. — M. A. Colson expose les recherches qu'il a faites sur l'état dissimulé, en particulier dans la série du chrome. Il montre que l'oxyde précipité à froid de l'alun de chrome peut déplacer la potasse. De plus, en présence de l'acide sulfurique étendu et froid, cette base ne régénère pas le sulfate chromique violet. Quand l'acide est insuffisant, elle donne un sulfate basique $Cr_2O_3SO_4$, dans lequel deux radicaux SO_4 résistent au chlorure de baryum. De même, le sulfate chromique vert Cr_2SO_4 , résultant de l'action de SO_2 sur une dis-

* *Astrophysical Journal*, 22, p. 123, juillet 1905, et 23, p. 96, janvier 1906.

solution froide de CrO^3 , renferme deux radicaux SO^4 dissimulés. L'oxyde chromique est donc capable de fournir des combinaisons très différentes avec le même oxyde. Et, dissimulé ou non, le radical SO^4 est combiné à l'oxyde de chrome; la thermochimie le prouve. Elle montre, en outre, que le sel le plus résistant le sel dissimulé est celui qui dégage le moins de chaleur; car M. Colson a trouvé pour la chaleur de saturation du sulfate vert, $\text{Cr}^4(\text{SO}^4)^2$, un dégagement de 37 cal. environ, très inférieur au nombre 49,5 indiqué par M. Berthelot pour le sulfate violet. Si ce dernier résultait d'une simple juxtaposition de l'acide à la base, et si la forme dissimulée répondait à la combinaison totale, il serait surprenant qu'une sorte d'avant-combinaison dégageât moins de chaleur que l'action totale. Cette juxtaposition apparaîtrait d'abord, du moins dans la première réaction; mais elle ne pourrait ensuite se modifier d'elle-même isothermiquement, en absorbant de la chaleur, pour donner la forme dissimulée. En réalité, dans les deux cas, le radical SO^4 est fixé sur le chrome par échanges de valences, par exemple à l'état SOH dans les sels proprement dits, et à l'état SO^4 dans les sels dissimulés. M. Colson a constaté directement que la disparition d'un radical dissimulé correspond à l'absorption d'une molécule d'eau. Cela est vrai même pour le sulfate tri-dissimulé, qu'il a obtenu en faisant réagir le gaz SO^4 sur une dissolution congelée de CrO^3 . Dès lors, on peut passer de la forme $\text{Cr}^4(\text{SO}^4)^2$ aux formes :



enfin



ce dernier n'ayant plus d'acide dissimulé. Mais alors on conçoit des sulfates acides tels que Cr^4SOH^4 , et de fait, M. Colson a obtenu le sel $(\text{OH})^2\text{Cr}^4(\text{SOH})^2$ en traitant par le gaz SO^4 le mélange $2\text{CrO}^3 + 3\text{SOH}^2$ en dissolution concentrée.

SECTION DE NANCY

Séance du 9 Février 1906.

M. G. Favrel décrit un appareil basé à peu près sur le même principe que celui de M. Bertrand, permettant de distiller sous pression réduite fixe. Les gaz ou vapeurs de l'appareil distillatoire, avant d'être entraînées par la trompe, doivent traverser une colonne de mercure dont on peut faire varier la hauteur à volonté, sans même interrompre la distillation. La rentrée d'air par le tube capillaire adapté au rectificateur est suffisante pour assurer un fonctionnement régulier et une pression constante dans l'appareil, à 1 millimètre près, quand on distille sous des pressions comprises entre 10 et 50 millimètres. Pour des pressions plus élevées, on réalise d'abord, au moyen d'un tube capillaire muni d'un caoutchouc et d'une pince, une pression inférieure de 30 ou 40 millimètres à celle sous laquelle on se propose de distiller; on termine le réglage par interposition de la colonne de mercure. — MM. P. Th. Muller et C. Fuchs, dans le but de connaître la mobilité de l'ion ClO^4 , ont déterminé avec soin la conductibilité du perchlorate de sodium plusieurs fois recristallisé et dont la pureté était garantie par une analyse complète. Les expériences, qui ont porté également sur le perchlorate de potassium, ont été faites à différentes dilutions et aux températures 0°, 18°, 23°, 35° et 40°. Les conductibilités limites furent calculées par extrapolation à l'aide d'une formule exponentielle. De ces nombres on retranche les mobilités de Na et de K établies par Kohlrausch; on obtient ainsi une bonne concordance pour les deux sels. Les résultats sont exprimables par la formule :

$$L = L_{\infty} + 1 + 0,02179(t - 18) + 0,000162(\sqrt{t - 18})^2, \text{ où } L_{\infty} = 60,72.$$

Les auteurs font observer que le coefficient de température à 18° est bien d'accord avec la relation établie par Kohlrausch entre les mobilités et les coefficients de température des ions monovalents. Par contre, leurs conductibilités à 23° sont inférieures d'environ 6 % à celles d'Ostwald. — MM. P. Th. Muller et C. Fuchs déduisent de leurs mesures relatives aux chaleurs spécifiques des bons électrolytes que l'hydratation des ions croît constamment avec la dilution; la mobilité devra donc aller en diminuant constamment jusqu'à la mobilité limite, qui est la plus petite de toutes. Cela découle aussi de la relation qui existe entre le coefficient de température de la conductibilité et la mobilité des ions; le coefficient est, d'après Kohlrausch, d'autant plus grand que la mobilité est plus faible; or, pour les bons électrolytes, le coefficient de température augmente avec la dilution, indiquant ainsi des mobilités décroissantes. Il en résulte que le coefficient d'ionisation donné par les conductibilités ne saurait être exact pour la plupart des bons électrolytes, ce qui expliquerait pourquoi ces corps ne suivent pas en apparence la loi des masses. — MM. P. Th. Muller et M. Paul ont mesuré, à des dilutions variant de $V = 32$ à $V = 1024$, dans des mélanges d'alcool méthylique et d'eau, les conductibilités moléculaires des électrolytes suivants : NaCl, HCl, $\text{Cl}^4\text{C}^4\text{O}^4\text{Na}$, isonitrosocyanacétate d'éthyle (pseudo-acide) et son sel de soude. Les mesures ont été faites à — 25° et, sauf pour $\text{Cl}^4\text{C}^4\text{O}^4\text{Na}$, à 35°. Les mélanges hydroalcooliques étaient à 20, 30, 40, 60 et 80 % en volume d'alcool. En comparant les résultats et les conductibilités, aux mêmes dilutions, de mêmes électrolytes, dans l'eau et l'alcool pur (nombres empruntés à la littérature), on constate l'existence d'une conductibilité minimum à toutes les dilutions, atteinte dans le mélange à 60 % pour les sels de soude et dans celui à 80 % environ pour HCl. A 35°, le minimum a lieu pour un mélange à teneur en alcool légèrement plus élevée qu'à 25°. Les conductibilités limites extrapolées graphiquement présentent ce minimum. Le pseudo-acide (aux dilutions étudiées : 16 et 32) fait seul exception à la règle. La cause de la conductibilité minimum mentionnée plus haut est à rechercher, non dans une diminution de la dissociation, mais dans un abaissement de la mobilité des ions, provoqué par l'addition d'alcool. — MM. E. E. Blaise et H. Gault, poursuivant leurs recherches dans la série du pyrane, ont étudié particulièrement les propriétés de l'oxygène pyranique dans les acides γ -pyranediacarboniques qu'ils ont préparés. Ils ont constaté que la basicité de l'oxygène pyranique n'est pas caractéristique du noyau pyranique simple, mais qu'elle dépend, au contraire, de l'existence des autres noyaux qui peuvent y être associés. Dans aucun cas, en effet, ils n'ont obtenu de sels ni de sels doubles à l'oxygène, à l'inverse de ce qui a lieu pour les benzopyranols de Bulow. Par contre, les acides γ -pyranediacarboniques fournissent avec la plus grande facilité des dérivés dialogénés d'addition à l'oxygène. Les auteurs ont, en particulier, préparé les dibromures de l'acide γ -pyranediacarbonique et de l'acide γ -méthyl-pyranediacarbonique. — MM. E. E. Blaise et M. Maire poursuivent leur étude des cétones vinyliques obtenues en chauffant les cétones β -chloréthylées avec de la diéthylamine. La double liaison dans ces composés joint de propriétés additives tellement prononcées que les réactifs de la fonction cétone réagissent en même temps sur la double liaison. C'est ainsi que la semicarbazide donne une semicarbazone, l'hydroxylamine une hydroxylaminooxime, et que l'hydrate d'hydrazine et la phénylhydrazine conduisent à des pyrazolines. L'acétylacétate d'éthyle se fixe sur la double liaison de ces cétones non saturées donnant un éther γ -diéthonique qui, par perte d'une molécule d'eau et par saponification de la fonction éther, conduit finalement à une cyclohexénone. On évite la polymérisation partielle de la cétone vinyliée au contact du dérivé sodé en la remplaçant

par la cétone chloréthylée correspondante. Enfin, les amines secondaires se fixent avec une extrême facilité sur la double liaison, et l'on obtient ainsi des aminocétones d'où l'on peut passer par hydrogénation de leurs oximes aux triméthylènediamines. — MM. E. E. Blaise et L. Houillon ont constaté que tous les auteurs qui ont entrepris l'étude des anhydrides des acides bibasiques ont présenté ces anhydrides comme étant des composés monomoléculaires, sans toutefois donner aucune preuve en faveur de cette hypothèse. Ayant été amené à préparer les anhydrides correspondant aux acides undécanecholique et tridécanécholique, dans le but de rechercher s'il existait une relation entre les groupements fonctionnels en position éloignée, ils ont reconnu que l'on se trouve en présence d'anhydrides polymoléculaires, comme le montrent d'une part la détermination de leur poids moléculaire, d'autre part les composés qui prennent naissance dans l'action des amines aromatiques. L'étude des anhydrides homologues inférieurs a permis de constater qu'à partir de l'acide adipique tous les acides bibasiques fournissent des anhydrides polymoléculaires. — MM. E. E. Blaise et P. Bagard, par action de la chaleur sur les α -oxyacides à fonction alcool tertiaire, ont obtenu en général un acide éthylénique $\alpha\beta$, différent de celui obtenu en deshydratant l'éther-alcool correspondant, ces deux acides non saturés étant isomères stéréochimiques. L'acide α -oxy- α -méthylpropionique a donné une assez forte proportion d'acétone (18 %), de l'acide méthacrylique (13 %) et enfin un lactide (30 %). L'acide α -oxy- α -méthylbutyrique donne beaucoup moins de cétone (10 %), mais plus d'acide non saturé (35 %), ce dernier étant un mélange en proportions égales d'acides angélique et tiglique; enfin dans ce cas on observe encore la formation d'une certaine quantité de lactide (25 %). À partir de l'acide α -oxy- α -éthylbutyrique, il ne se produit plus que très peu de cétone (5 %); au contraire, la quantité d'acide non saturé forme seulement d'isomère cis s'élève à 55 %. Cet acide α -éthylcrotonique est liquide F. — 35°; Eb. 103° sous 13 mm.). Son isomère trans, au contraire, est solide F. 43°; Eb. 109° sous 13 mm.). L'acide α -oxy- α -propylvalérique a donné également un acide non saturé sous forme cis et liquide Eb. 126° sous 15 mm.).

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 14 Décembre 1905.

Sir William Huggins et M^{re} Huggins, poursuivant leurs recherches sur le spectre de la radiation lumineuse spontanée du radium, ont constaté que, sur quelques photographies, toutes les bandes de l'azote se projettent autour du sel de radium; dans des photographies antérieures, cette extension ne se remarquait pas. Ces faits peuvent s'expliquer de deux façons: ou bien la luminosité de l'azote est due aux rayons γ , ou bien les molécules d'azote, rencontrant celles de radium qui subissent des changements actifs, sont décomposées en ions, qui sont projetés à l'entour et donnent naissance à la luminosité de l'azote. — M. H.-N. Alcock a étudié l'action des anesthésiques sur les tissus vivants, en commençant par le nerf isolé. Le chloroforme et l'éther (et probablement l'alcool, agissant sur un nerf de grenouille, produisent un effet électromoteur qui a une valeur maximum d'environ 0,030 volt et le même signe que le courant de lésion. Le chloroforme et l'éther ne produisent aucune altération de la résistance du nerf dans les limites des erreurs d'expérience), mais diminuent la polarisation. Deux conclusions se dégagent de ces résultats: 1° Les effets électromoteurs sont dus à la même cause que celle qui produit le courant de lésion; 2° Comme la résistance n'est pas diminuée, il ne se forme pas d'ions additionnels. L'auteur se réserve de discuter plus à fond ces hypothèses. — MM. A. B. Macallum et M.-L. Menten: Sur la distribution des chlorures dans les cellules et les fibres nerveuses. A

notre époque, où de nombreux savants cherchent l'explication de certains phénomènes nerveux sur une base électrolytique, il est de toute importance d'obtenir auparavant une connaissance précise des électrolytes présents dans les nerfs. Le Prof. Macallum a entrepris des recherches dans cette direction, et a trouvé des méthodes pour découvrir micro-chimiquement les sels inorganiques. Il a trouvé, entre autres choses, que les cellules nerveuses sont dépourvues de potassium. Cet élément, de toutes façons, ne se révèle pas par des essais qui indiquent sa présence dans d'autres tissus, quoiqu'il soit possible, comme l'a fait remarquer le Prof. J.-S. Macdonald, qu'il soit présent sous une forme « masquée », d'où il serait libéré après lésion. Une autre réaction, à laquelle a travaillé M. Macallum, est la coloration réductrice, bien connue, par le nitrate d'argent. La coloration a été attribuée par quelques histologistes à la formation et à la réduction subséquente, par les rayons solaires, d'un composé protéidé-argent. Mais ce ne peut être le cas, parce que les protéides libérés des sels inorganiques ne donnent pas cette réaction. Les auteurs montrent que cette réaction est entièrement due aux chlorures inorganiques, et forme ainsi une méthode délicate pour la découverte et la localisation du chlore dans les tissus. Ce mémoire-ci traite de la distribution du chlore dans les unités nerveuses. Les chlorures présents sont probablement nombreux, mais le chlorure de sodium est le plus abondant. Par la méthode ordinaire, les fibres nerveuses présentent les croix bien connues de Ranvier. Un bras de la croix est dû à la présence de chlorures dans la substance cimentante qui forme un anneau à la jonction des éléments neurilémaux. L'autre est dû à la coloration du cylindre-axe lui-même; celui-ci se présente généralement, non comme une tache sombre continue, mais comme une série de stries transversales, connues sous le nom de lignes de Frommann. Cependant, il est prouvé que l'on peut produire la même apparence par des modifications convenables dans la manipulation de n'importe quel point d'un cylindre-axe et que sa plus grande intensité aux nœuds est simplement due au fait qu'à ces points le réactif peut pénétrer plus rapidement; la membrane de la fibre présente un obstacle considérable pour le passage du réactif à l'intérieur et des chlorures à l'extérieur. La question qui se pose ensuite consiste à savoir si les lignes de Frommann indiquent un arrangement pré-existant défini des chlorures en couches, ou si cette apparence n'est qu'un accident, dont l'explication reposerait sur une base physique. Les auteurs montrent d'une façon concluante que cette dernière explication est la vraie. Cette apparence peut être imitée avec beaucoup de succès dans des tubes capillaires remplis de gélatine ou de blanc d'œuf contenant un chromate; elle est simplement le résultat d'un processus physique, comme Boehm et Liesegang ont été les premiers à le faire remarquer. Les cellules nerveuses contiennent aussi des chlorures, mais l'intensité de la réaction est moindre; elle est généralement limitée aux parties périphériques de la cellule, principalement à cause de la difficulté de pénétration du réactif. Le noyau, cependant, comme les autres noyaux, ne contient apparemment pas de chlorures. La distribution des électrolytes, tels que le chlorure de sodium, dans la matière colloïdale d'un cylindre-axe, ne permet pas aux ions portant une charge électrique de voyager librement; par conséquent, le changement de potentiel transmis augmente avec une diminution de vitesse. Cette diminution produit comme phénomène parallèle l'impulsion nerveuse et le courant d'action électrique. Cependant, on doit admettre qu'une grande prudence est nécessaire pour tirer des conclusions de cette sorte, quand il reste tant d'inconnues. — M. G. A. Watson communique ses recherches sur l'écorce cérébrale des Mammifères, spécialement au point de vue de l'histologie comparée. Elles ont porté d'abord sur trois Insectivores: la taupe (*Talpa europæa*),

la musaraigne (*Sorex vulgaris*) et le hérisson (*Ermisurus europæus*), dont les cerveaux ont été soigneusement étudiés. Il conclut que la couche des cellules primaires néopalliales infra-granulaires, à l'exception des cellules constituant qui possèdent des fonctions motrices ou analogues, est le siège des associations nécessaires à l'accomplissement des activités instinctives, tandis que les cellules supra-granulaires sont le siège des associations supérieures d'intelligence, dont la capacité est démontrée par l'incapacité de l'animal. Dans la conduite pratique de l'animal, les deux séries de processus sont probablement plus ou moins constamment intervenues, les activités supérieures de la couche supra-granulaire venant à l'aide des inférieures autant que la capacité de l'animal le permet. Chez les Insectivores, les limites de cette capacité sont rapidement atteintes, leur couche supra-granulaire étant relativement pauvre. — M. R. KIDSTON: Sur les *Microsporangies* des *Pteridospermes*. L'auteur conclut que les Cycadofilices ne sont pas dérivées des vraies fougères, mais sont elles-mêmes le plus vieux type de plante du genre fongère connu à présent. Pour ce qui regarde les vraies fougères, il semble probable qu'elles peuvent dériver des *Botryopteridea*. — MM. A. C. SEWARD et S. O. FORD: Les *Araucariées récentes et éteintes*. Ce travail a tout d'abord été entrepris avec l'idée d'établir si les genres *Agathis* et *Araucaria* présentent quelques-uns de ces traits qui sont souvent associés avec les survivants du passé, dans le but d'obtenir une réponse à la question: Est-ce que les *Araucariées* existantes présentent des caractères primitifs, ou jettent-elles une lumière sur la phylogénie du phylum *aracarien*? Après une comparaison entre les *Araucariées* et les *Lycopodiales*, les auteurs avancent des arguments en faveur de l'hypothèse que ce groupe de *Gymnospermes*, à l'inverse des *Cycadales*, dérive probablement des ancêtres *lycopodiés*. Ils attirent l'attention sur les divers caractères par lesquels les *Araucariées* diffèrent des autres membres des *Coniférales*, et ils émettent l'avis de donner une expression plus adéquate à la position quelque peu isolée de cette famille en substituant le terme d'*Araucariales* à celui d'*Araucariées*. Les auteurs contestent que le consentement général qui a été accordé à bon droit à l'hypothèse que les *Cycadales* et les *Filicales* sont entièrement reliées par descendance puisse avoir pour effet de pousser à surestimer la valeur des arguments produits en faveur d'une extension de l'idée d'un ancêtre filicien pour les autres sections des *Gymnospermes*.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Janvier 1906.

M. H. A. Miers et M^{lle} F. L. Isaac ont trouvé que l'indice de réfraction d'une solution concentrée de nitrate de sodium, mesuré à intervalles pendant que le liquide se refroidit, s'élève jusqu'à un maximum, puis diminue, les cristaux commençant à apparaître avant que le maximum soit atteint. Si la solution est agitée, la décroissance est très rapide et est accompagnée d'une forte pluie de cristaux. D'autres solutions se comportent de la même façon. Il y a deux périodes de cristallisation: l'une dans laquelle quelques cristaux croissent lentement; l'autre dans laquelle un grand nombre de cristaux se forment spontanément; dans la seconde, l'augmentation d'indice de réfraction due au refroidissement est plus que compensée par la diminution due à l'affaiblissement de la solution. — M^{lle} M. B. THOMAS et M. H. O. JONES ont étudié l'effet de la constitution sur le pouvoir rotatoire des composés de l'azote optiquement actifs. Ils ont choisi deux séries homologues de cinq composés chacune, formées par le phénylméthylallyl ammonium et le phénylméthylbenzyl ammonium dans lesquels le *g* atome d'H est remplacé successivement par les groupes *éthyle*, *n*-propyle, isopropyle, isobutyle et isoamyle. Dans les deux séries, il y a un maximum bien marqué du pouvoir rotatoire pour

le second membre de la série (dérivé propylique ou isopropylique). — MM. A. D. HALL et A. AMOS ont recherché les effets de l'attaque renouvelée de solvants acides faibles sur des sols du champ d'expériences de Rothamsted. Après la première extraction, le sol est lavé, puis attaqué de nouveau avec le même solvant, et ainsi de suite. Les résultats varient avec le solvant et avec la quantité d'engrais que le sol a recue précédemment. — MM. O. SILBERRAD et G. ROTTER, en faisant réagir $\text{AzH}_2\text{G}^2\text{H}_5$ sur le picrate de diazobenzène, ont obtenu du picrate d'ammonium, de la diphenylamine, de l'aniline et du phénol. Avec l'aniline, il se forme du picrate d'aniline et de l'aminazobenzène. — MM. O. SILBERRAD et B. J. SMART ont préparé le bistriazobenzène en passant par les intermédiaires suivants: *p*-amino-acétanilide, perbromure d'acétyl-*p*-aminodiazobenzène, F. 126° avec décomposition, *p*-aminotriazobenzène, perbromure de *p*-triazodiazobenzène, bistriazobenzène. Ce dernier corps, $\text{Az}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{Az}_2$, fond à 83°. L'analyse sous pression réduite confirme sa formule. — MM. O. SILBERRAD et CH. S. ROY, en exposant le diazoacétate d'éthyle à la lumière, à la température ordinaire, ont observé un dégagement d'azote; après plusieurs années, il s'est déposé des cristaux rhombiques incolores d'éther triéthérique de l'acide 4:5-dihydro-3:4:5-pyrazolotricarbone. Le même composé s'obtient en chauffant le diazoacétate d'éthyle avec la poudre de cuivre. — MM. O. SILBERRAD et B. J. SMART ont fait réagir l'iodeur de méthyle sur l'iodeur d'azote sous l'eau. La réaction a lieu à peu près quantitativement comme suit: $6\text{AzH}_2\text{P} + 24\text{CH}_3\text{I} + 3\text{H}_2\text{O} = 6\text{Az}(\text{CH}_3)_3 + 5\text{AzH}_4\text{I} + 3\text{I}_2 + \text{AzH}_3\text{I}_4$. Avec l'iodeur de benzyle, la réaction est moins nette; il se forme soit le diiodure, soit le pentaïodure de tribenzyl ammonium $\text{Az}(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{I}_5$, F. 115°-116°, ou $\text{Az}(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{I}_4$, F. 121°-122°. — MM. J. T. HEWITT et N. WALKER, en faisant réagir le brome sur le 4-benzénazo-2-nitrophénol, ont obtenu le dérivé 6-bromé, F. 155°-156°, dont ils ont préparé plusieurs dérivés. — M. P. HAAS a constaté que la diméthylhydrosorbonne se condense, sous sa forme hydroxy-cétonique, avec une molécule d'une amine primaire pour donner, après l'élimination d'eau entre le groupe OH et l'H du groupe AzH_2 , une amine secondaire, le second oxygène cétonique devenant, dans certains cas, hydroxylé. Le chloro-céto-diméthyltétrahydrobenzène réagit avec deux molécules d'amine primaire et donne naissance au chlorhydrate d'une base mixte secondaire et tertiaire. — M. J. E. REYNOLDS a obtenu le thiocyanate de silicium $\text{Si}(\text{SCaZ})_4$ par digestion prolongée d'un excès de thiocyanate de plomb dans une solution benzénique de tétrachlorure de silicium. Ce corps fond à 143°8 et bout à 314°2, sans décomposition. — MM. F. D. CHATTAWAY et W. H. LEWIS ont étudié l'action des halogènes sur les oxamides substituées. Le produit de la chloruration de l'oxanilide est un mélange de *s*-di-*p*-chlorophényloxamide, F. 288°, et de son dérivé *s*-dichloroamine, F. 169°. — MM. T. S. PATTERSON et J. FREW ont préparé le benzènesulfonate et le naphthalène-2-sulfonate de menthyle, F. 80° et 112°-114°5 respectivement. Le pouvoir rotatoire moléculaire du second est toujours inférieur à celui du premier dans un solvant donné. Ils diminuent tous deux par élévation de température. — M. E. B. R. PRIDEAUX a préparé les fluorures de sélénium SeF_4 et de tellure TeF_4 par combinaison directe des éléments à froid; ce sont des gaz incolores, qui se condensent aisément par un froid modéré en solides cristallins et par la pression en liquides incolores. Les courbes des tensions de vapeur sont analogues à celle de SF_6 . Les réfractivités de ces trois corps, moins une constante, sont proportionnelles aux densités des gaz. — M. M. ESPOSITO a étudié les méthodes employées pour la séparation du cérium, du lanthane et du didyme et en fait la critique. Il propose à son tour la méthode suivante, basée sur l'emploi de l'acide chromique. La solution des nitrates est précipitée par NaOH, et les hydrates sont lavés plusieurs fois par

décantation avec l'eau bouillante. Puis on ajoute une solution aqueuse chaude d'acide chromique et on abandonne pendant plusieurs jours. Un précipité jaune blanc lourd persiste, qui, après ignition à un faible rouge, fournit du sesquioxyde de cérium à l'état de poudre presque blanche, sans la moindre teinte de rouge ou de jaune. Sa solution chlorhydrique montre pas la moindre trace de bandes d'absorption. — **M. G. W. Monier-Williams** a constaté que l'éthoxyméthylène-aniline $C_6H_5.Az:CH.OCH_3$ réagit facilement avec les composés organo-magnésiens pour donner l'anhydrocomposé de l'aniline avec l'aldéhyde correspondant, d'où l'on peut facilement retirer cette dernière. Le rendement est meilleur qu'avec la méthode ordinaire de Guignard. La méthode a été appliquée à la synthèse d'une nouvelle aldéhyde, la *p*-thiophénylaldéhyde, $C_6H_5.C_6H_4CHO$, Eb. 245°. — **MM. L. Chadwick, J. E. Ramsbottom et D. L. Chapman**, par l'action de la lumière ultra-violette sur CO_2 sec, l'ont décomposé partiellement en CO et O . En présence d'humidité, il n'y a pas de décomposition. — **MM. G. T. Morgan et W. O. Wootton** ont obtenu par diazotation du *p*-aminobenzonitrile un picrate de diazonium $C_6H_5CO.N_2H.C_6H_4.Az^+.O_2^-$, se décomposant à 132° et qui, dissous dans $NaOH$ et additionné de β -naphthol, donne le benzyl-*p*-amino-benzénazo- β -naphthol. — **MM. S. Smiles et R. Le Rossignol** ont reconnu que les bases triarylsulfonium peuvent être préparées de trois façons : 1° par l'action du chlorure de thionyle sur un phénol ou éther phénolique en présence d' $AlCl_3$; 2° par l'action d'un acide sulfonique sur un éther phénolique en présence d' H_2SO_4 concentré; 3° par condensation d'un sulfoxyde aromatique avec un phénol ou ses éthers. Des sulfoxydes sont formés dans les deux premières réactions, et la troisième peut être regardée comme le stade final des deux autres. — **M. R. S. Bowman** décrit un appareil perfectionné pour l'extraction continue des liquides par l'éther.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 8 Janvier 1906.

M. D. Howard présente quelques considérations sur les quinquinas et leur culture; celle-ci se fait surtout aux Indes et à Ceylan, qui ont été, pendant les dix ou quinze dernières années, les principaux fournisseurs du monde. Mais elle se développe dans les Indes Néerlandaises, qui menacent de devenir les premiers producteurs du monde. — **M. S. J. M. Auld** décrit une nouvelle méthode pour la détermination quantitative de l'acétone, basée sur sa transformation en bromoforme et sur son hydrolyse par la potasse alcoolique, qui aurait lieu d'après l'équation : $3CHBr + 9KOH + CH_3OH = 3CO + CH_4 + 9KBr + H_2O$. Le bromure de potassium formé est alors titré par une solution type de nitrate d'argent.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 3 Janvier 1906.

M. E. A. Wagstaffe a examiné, au point de vue physique et chimique, quelques argiles et schistes argileux, provenant principalement de l'East Cheshire, et susceptibles d'être employés à la fabrication des briques.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 29 Novembre 1905.

MM. S. R. Trotman et J. E. Hackford ont étudié les conditions qui affectent le pouvoir d'écumer et la consistance des colles. La présence des peptones exerce une grande influence; elle augmente rapidement la quantité d'écume et diminue la consistance; la surabondance, qui provoque la peptonisation de la gélatine,

a un effet analogue. Les alcalis, en particulier la soude, augmentent la proportion de l'écume; les acides la diminuent généralement, mais ils diminuent en même temps la consistance.

Séance du 24 Janvier 1906.

M. J. T. Wood fait un exposé succinct des récents travaux relatifs à la bactériologie de la putréfaction.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 30 Novembre 1905.

M. Auwers présente une statistique des observations inédites faites par Bradley avec les instruments méridiens de l'Observatoire de Greenwich, observations puisées dans le journal de ce savant pour les années 1743-1753 et qui embrassent plus de 71.000 déterminations de coordonnées d'étoiles fixes et près de 8.000 déterminations relatives aux astres du système solaire. L'ue rédaction antérieure des observations s'étendant aux années 1743-1750, commencée par **M. Breen** en 1864, ayant dû être abandonnée, la rédaction présente constituera un catalogue de 4.300-4.500 étoiles. — **MM. Erman et Meyer** présentent un Mémoire de **M. L. Borehardt** au sujet des indicateurs et des repères de niveau du Nil ancien. Ayant examiné les indicateurs que nous possédons de l'époque gréco-romaine, il complète ses résultats par les inscriptions des monuments plus anciens et par les données des auteurs grecs. C'est ainsi qu'il constate que les zéros de ces indicateurs de niveau sont situés sur une ligne droite un peu inférieure à la ligne de chute du Nil. — **M. Struve** donne connaissance d'une notice de **M. Wilkens** relative à l'amplification d'un problème des perturbations séculaires, notice où l'auteur fait voir que l'intégration des équations différentielles déterminant ces perturbations dans le problème des trois corps se réduit à la forme donnée par la théorie de ces perturbations, même en tenant compte des termes périodiques pouvant donner lieu à des perturbations de longue période.

Séance du 7 Décembre 1905.

M. Martens présente une machine à essayer les duretés et les résistances mécaniques, machine d'une puissance de 50.000 kilogs et qui se prête à des essais mécaniques de toutes sortes. La puissance est engendrée par une presse hydraulique et mesurée par un manomètre disposé pour des lectures soit directes, soit au moyen d'un miroir. Les indications de puissance peuvent cependant s'enregistrer aussi photographiquement au moyen d'un manomètre à miroir spécial, en même temps que les modifications de forme du corps en expérience. Le procédé d'examen des duretés dû à **M. Brinell**, et qu'on vient d'introduire dans la pratique technique, s'inspirant des idées de Hertz, se sert, comme échelle des duretés, des forces rapportées à l'unité de surface des empreintes produites par des sphères d'acier dur; le dispositif projeté mesure les forces en même temps que les surfaces. — **MM. E. Gehecke et O. von Baeyer** ont étudié les satellites des lignes du mercure qui, par des observations d'interférence, se sont trouvées être d'une composition bien plus compliquée qu'on ne l'avait cru d'abord. Les bandes d'interférence produites sur les plaques de verre à surfaces parallèles se transforment, grâce à une combinaison appropriée de deux plaques, en points d'interférence, au moyen desquels les « fausses images » sont séparées des satellites vrais, en même temps qu'on détermine, par leur aide, les différences de longueur d'onde entre ces derniers et les lignes principales correspondantes. Les valeurs ainsi trouvées pour les lignes du mercure, tout en corrigeant les données antérieures de **MM. O. Lummer et E. Gehecke**, viennent compléter les mesures de **MM. Perot et Fabry** et de **M. Janicki**. — **M. Klein** présente une communication de **M. von Wolff** sur l'étude pétrographique et

géologique du porphyre quartzique aux environs de Bozen.

Séance du 21 Décembre 1903.

M. Landolt rend compte de la suite de ses recherches relatives aux prétendues modifications du poids total des corps en voie de transformation chimique, confirmant les diminutions de poids précédemment observées dans certaines réactions et promettant des expériences ultérieures destinées à la recherche des causes de ce phénomène. — M. van't Hoff continue ses recherches sur la formation naturelle des dépôts de sel, constatant que la présence de borax octaédrique observée en Italie est liée à une limite inférieure de température de 33°5. — M. Waldeyer présente une note de M. A. Sachs, de Breslau, sur la kleinite, oxychlorure hexagonal de mercure de Terlingue, au Texas.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Novembre 1905.

M. K. Herrmann présente des remarques complémentaires à un récent travail de M. Greinacher sur la cause de l'effet Volta¹. Les recherches de ce dernier se rapportaient à des piles gazeuses où l'électrolyte était remplacé par de l'air ionisé au moyen de radiotellure précipité sur des plaques métalliques. Le phénomène constaté par M. Greinacher consistait en ce qu'une pile pareille, renfermée à l'abri de l'air dans un tube en verre, perd presque entièrement l'effet Volta initial, après avoir été chauffée à 175° en présence de pentoxyde de phosphore, pour le reprendre aussitôt au contact de l'air humide. Ce phénomène pouvait s'expliquer en attribuant la tension électrique d'abord observée à la membrane d'eau adhérente aux métaux. C'est dire que cette expérience apportait un nouvel appui à la théorie dite électrolytique de l'effet Volta. Or, l'auteur trouve, par des expériences faites en collaboration avec M. Greinacher, que le passage d'un courant électrique à travers une pile renfermée et desséchée y produit des variations de tension considérables, dépendant du temps de passage du courant suivant une courbe analogue à celle qui régit la charge des accumulateurs, et où la nature du métal n'intervient point. Celle du gaz ambiant est, au contraire, parmi les facteurs déterminant l'allure de ces phénomènes, qui disparaissent immédiatement à l'entrée de l'air humide du dehors; l'auteur les attribue à une couche mince de pentoxyde de phosphore déposée par sublimation sur les plaques métalliques et constituant avec l'air conducteur et le métal un condensateur électrique. L'auteur croit pouvoir maintenir les conclusions de M. Greinacher,

Séance du 1^{er} Décembre 1905.

M. R. Pohl présente une étude de la lumière caractéristique du bromure de radium, se manifestant par une fluorescence visible dans l'obscurité. L'auteur fait voir que cette luminescence de l'air ambiant se constate jusqu'à plusieurs centimètres de distance du sel de radium. D'accord avec les idées de Sir William et de Lady Huggins ¹, l'on pourrait par conséquent attribuer ces phénomènes, soit au choc contre les molécules d'azote des rayons β , soit à une action directe des molécules de radium, se trouvant en voie de transformation active, sur celles de l'azote auxquelles elles seraient associées. Une interprétation plus simple, et que l'auteur est enclin à préférer, chercherait cependant la cause de cette luminescence dans l'ionisation du gaz.

Séance du 13 Décembre 1905.

M. Magnus a examiné les qualités d'un nouveau vase à résistances construit par le Professeur Nernst et dont voici la description : l'n vase cylindrique, d'une

capacité d'environ 120 centimètres cubes, porte un couvercle en caoutchouc dont les deux ouvertures sont traversées par des tubes en verre de 15 centimètres de diamètre, s'y adaptant bien solidement. Ces tubes reçoivent les électrodes, à savoir des feuilles de platine bien platinées, fixées au moyen de tubes minces en verre portant des bouchons en caoutchouc. En combinant d'une façon appropriée ces tubes-électrodes, on modifie à volonté la capacité de résistance du vase, qui se prête ainsi à la mesure des conductibilités les plus variées. L'auteur fait voir que ce dispositif, démonté et remonté à plusieurs reprises, garde une capacité de résistance constante. En faisant tourner les électrodes ou en variant la hauteur du liquide, on ne modifie pas non plus la capacité du vase. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 janvier 1906 (suite).

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. O. Richter communique ses recherches sur la physiologie des Diatomées. Il a constaté que l'acide silicique est absolument nécessaire à la *Nitzschia Palea*. De même, Mg et Ca sont des éléments indispensables à cette espèce et à la *Naviacula minuscula*. Ces deux Diatomées peuvent assimiler l'Az organique; à la lumière, elles peuvent vivre en l'absence d'O₂, car elles le produisent elles-mêmes; elles produisent également CO₂. — M. F. Becke a fait de nouvelles observations géologiques sur le côté nord du tunnel du Tauern. A certains endroits, la roche est tellement comprimée qu'on a observé le phénomène de « roches explosives ». Subitement, sans aucun signe avant-coureur, des plaques de plusieurs mètres se détachent des parois du tunnel récemment mises à jour et sont projetées avec violence contre la paroi opposée, en causant souvent des accidents mortels.

Séance du 18 Janvier 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. K. Stibitz : Sur un théorème relatif au problème des normales à l'ellipse et son emploi constructif. L'auteur généralise la méthode de Joachimsthal, qu'il applique à la construction du quadruple des pieds des normales issues d'un point quelconque. — M. F. Mertens : Sur la forme des racines d'une classe d'équations solubles dont le degré est un nombre premier.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Medinger prépare, en partant du pipéronal, le pipéronylnitrométhane, puis, par réduction, l'homopipéronylaloxime $\text{ClH}^{\text{O}}\text{C}$; C_6H_5 , $\text{ClH}^{\text{O}}\text{C}$, ClH ; AZOH ; celle-ci, traitée par l'anhydride acétique, fournit le nitrile $\text{ClH}^{\text{O}}\text{C}$; C_6H_5 , $\text{ClH}^{\text{O}}\text{C}$, CAZ , d'où l'on obtient par saponification l'acide homopipéronylique. La réduction du nitrile donne l'amine, d'où l'on peut passer à l'alcool. — MM. F. Obermayer et E. P. Pick. Influence des agents chimiques sur les précipités.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. R. HIEKEL a étudié la morphologie et la physiologie de l'agent du muguet. Il a constaté que le *Dematium albicans* Laurent (*Ordium albicans* Robin) représente une série de formes variables entre deux limites qui constituent deux variétés bien tranchées : la forme à conidies et la forme à hyphes. — M. F. KRASSER a étudié la flore crétacée fossile de Grunbach, dans la basse Autriche. Elle comprend des Fougères, des Marsilacées, des Gymnospermes, des Mono et des Dicotylédones. Les espèces les mieux représentées sont : parmi les Cryptogames, les restes de Fougères vraies ; parmi les Gymnospermes, les *Geinitzia* ; parmi les Dicotylédones, les *Salix* et les *Sapindophyllum* ; parmi les Monocotylédones, les empreintes des feuilles d'un Palmier. — M. ED. MAZELLE a relevé les tremblements de terre enregistrés au pendule horizontal de l'Observatoire de Trieste depuis le 31 août 1898 ; on compte une moyenne de 203 secousses par an, avec un maximum en février et en août.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

PARIS. — L. MARBETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette

¹ *Annalen der Physik* 4, 17, p. 922, 1905.

* *Proc. Roy. Soc. (A)*, 76, 1905.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adressez tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 32, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La structure de l'amas d'Hercule. — Les nébuleuses en spirale ont servi de point de départ à de nombreuses et importantes recherches de la part des astronomes, et les beaux travaux de Roberts sont devenus classiques; d'ailleurs, la théorie cosmogonique de Laplace domine encore, consciemment ou non, les conceptions des observateurs, et il est bien tentant de ne voir, dans un amas stellaire, que le stade plus avancé d'une nébuleuse en voie de condensation. Cette structure en spirale peut être mise en évidence dans quelques amas très importants, où l'on voit nettement des courants nébuleux joindre certaines étoiles suivant des lignes courbes qu'il est parfois possible de suivre jusqu'au centre même de la condensation : l'un des plus beaux exemples est fourni par les étoiles et la nébulosité qui entourent Cassiopee, système physique immense, de plus de 1° de diamètre, si l'on en croit Schaeberle, de Ann Arbor.

Ce dernier auteur a voulu appliquer la photographie au bel amas d'Hercule, pour suivre avec précision les trajectoires en spirale dont les plans sont certainement inclinés sur le rayon visuel; mais l'examen détaillé des clichés le conduisit à une conclusion bien inattendue : il paraît exister deux spirales tournant en sens inverse, l'une pour la matière qui s'en va du centre à l'extérieur, l'autre pour la matière qui tend à revenir se concentrer. Imaginons un assez grand nombre d'ovales tangentes en un même point, homothétiques d'aspect général, et, en ce point, une masse centrale en rotation sur elle-même : Schaeberle explique bien alors les raies observées par lord Rosse grâce aux courants les plus voisins du centre de condensation, à vitesse minima, et de trajectoires presque circulaires. A l'extrémité du système, au contraire, les trajectoires cessent de se refermer et constituent des spirales effectives : dans la partie moyenne, la matière s'échappe de la masse centrale, se diffuse sur sa trajectoire, puis paraît se condenser à nouveau pour revenir au centre. Et, comme pour Cassiopee, tous ces phénomènes ne sont encore que le centre d'une nébuleuse spirale beaucoup plus étendue.

Ces questions, on le voit, touchent un des points les plus curieux et les plus délicats de l'Astronomie stel-

laire, et, déjà connu par d'importants travaux, Schaeberle pose à nouveau le problème des trajectoires d'éjection. En outre, véritablement, la matière nébuleuse semble vouloir se distinguer de son stade de condensation plus avancé : déjà, pour l'attraction universelle, qui semblait régir à merveille notre système solaire, les queues des comètes sont venues réclamer l'intervention d'une origine spéciale, d'une force répulsive par exemple. L'inconnue est ici de même ordre : d'où provient l'éruption de la masse nébuleuse, qui paraît suivre ensuite une trajectoire d'attraction? Nous nous garderons d'aller plus loin que l'auteur lui-même dans cette voie difficile; nous avons voulu seulement signaler cette analogie avec les comètes, ces caprices de l'attraction universelle; et nous attendrons les résultats suivants que l'auteur, nous assure-t-il, s'efforcera d'obtenir, tout en reconnaissant l'intérêt des déterminations présentes, qui peuvent faire profondément évoluer la notion des nébuleuses en spirale.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

L'usure et le remplacement des rails de tramways. — Les rails de tramways sont sujets à une usure bien plus rapide que celle des rails de chemins de fer et doivent être remplacés très souvent; mais cette usure se porte exclusivement sur leur tête de profil spécial, emboîtant plus ou moins le bandage des roues, de sorte qu'il faut les remplacer alors qu'ils n'ont guère perdu que 5 à 6 % de leur poids total. Aussi a-t-on cherché à les faire en deux pièces : le corps, comprenant presque toute la masse pratiquement inamovible du rail, et la tête, que l'on remplacerait seule après usure, sans remaniement de la voie.

Tel est le cas du rail de la *Homapac Co*, de Leeds, dont la tête rapportée est fixée sur le corps du rail par le rabattement des flancs latéraux du profil rapporté. Il faut donc poser ce profil, effectuer ce rabattement, puis, quand on veut le remplacer, rouvrir ce rabattement pour pouvoir l'enlever facilement. C'est ce que font des mécanismes spéciaux, montés sur une petite locomotive roulant sur la voie du tramway. La fermeture du rabattement se fait par deux galets inclinés, de profils appropriés, et qui roulent sur ces rabattements

en les pressant sur le rail à demeure. A cet effet, ces galets sont montés sur des leviers d'un chariot guidé sur la voie par un galet central, et ces leviers sont manœuvrés, rapprochés ou écartés, par un genou qui commande un volant.

Pour enlever la tête de rail ainsi posée, on commence par couper l'un de ces rabattements : celui qui est extérieur à la voie, en remplaçant le galet rabatteur correspondant par un galet coupeur, qui trace, dans ce rabattement extérieur, une entaille continue à moitié de son épaisseur. L'enlèvement se fait ensuite par un appareil constitué essentiellement par deux puissants leviers terminés par une pince, dont les mâchoires s'agrippent sous les rabattements de la tête du rail, puis les écartent de manière à détacher la tête du rail par ce mouvement continu d'ouverture et de fermeture des pinces.

La pose des têtes de rails se fait très vite, au taux d'environ 3 mètres par minute et par rail. L'adhérence de ces têtes est assurée non seulement par leur pression, mais parce que les faces de leurs rabattements sont pourvues de rayures perpendiculaires aux rayures longitudinales tracées au-dessous du patin du rail, de manière qu'elles s'imbriquent les unes dans les autres ; on peut, en fait, considérer cette adhérence comme pratiquement parfaite, et l'emploi de ce système diminuerait de 53 % les frais de renouvellement de la voie.

§ 3. — Météorologie

Observations relatives à la durée des éclairs. — La littérature scientifique ne contient que quelques rares données relatives à la durée des éclairs. C'est ainsi que Faraday a observé des durées allant jusqu'à une seconde, tandis que Dove, par ses observations sur des toupies tournantes, qui, étant éclairées par un éclair, semblaient être au repos, a été porté à attribuer aux éclairs une durée extrêmement brève.

M. L. Dufour a proposé d'utiliser, pour la détermination de ces durées, des dispositifs à rotation rapide, semblables à ceux qu'employait Wheatstone dans ses mesures de la durée des étincelles électriques. C'est ainsi qu'il est amené à distinguer : des éclairs « instantanés », des éclairs « se succédant rapidement » et des éclairs « d'une certaine durée ».

Le caractère oscillatoire des éclairs a été démontré par M. B. Walther, au moyen de vues photographiques représentant des fluctuations d'intensité lumineuse.

Dans le numéro 29 de l'*Electrotechnische Zeitschrift*, M. K.-E.-F. Schmidt résume quelques expériences qu'il vient de faire avec un disque rapidement tournant, de 10 centimètres de diamètre, sur lequel on avait tracé une croix blanche sur fond noir, croix dont les branches avaient 2 millimètres d'épaisseur. Ce disque, actionné par un mouvement d'horlogerie, tournait à la vitesse de 50 à 60 tours par seconde. Voici les observations faites avec ce dispositif pendant des orages violents :

1° A la lumière de certains éclairs, la croix apparaissait une seule fois, brillante et bien définie.

2° Dans des cas plus nombreux, la croix apparaissait deux ou trois fois, voire même plus fréquemment, comme image bien définie, soit avec une succession assez rapide pour donner l'impression d'une production simultanée, soit à des intervalles appréciables. Tandis que la première croix était fort lumineuse, l'intensité de celles qui suivaient allait en s'affaiblissant. La position relative des différentes croix lumineuses, ainsi que leur succession, présentait la plus grande variabilité. Bien des fois, l'on recevait l'impression d'un disque tournant dans le sens de l'aiguille d'une horloge, alors que la rotation se faisait, en réalité, dans la direction opposée ; ou bien l'on croyait apercevoir un mouvement pendulaire.

3° Dans le cas d'un éclair à nu extrêmement puissant, une croix octuplée a apparu brillante pendant un moment, croix dont toutes les branches étaient placées à distance égale ; l'une des croix avait une intensité un peu plus grande que les autres.

Il résulte de l'ensemble de ces observations que l'opinion de M. Walther relativement à l'extrême variabilité des phénomènes de décharge dans les éclairs est bien correcte.

Le temps s'écoulant entre les décharges partielles ne saurait être évalué que dans le cas des images apparaissant pendant un moment ; suivant les recherches physiologiques sur la durée des images résiduelles (Nachbilder), la durée du phénomène ne peut, en effet, être supérieure à 1/50 de seconde, soit la durée d'une révolution du disque. D'autres observations font voir que la durée d'une décharge est de l'ordre de 1/4.000 de seconde, tandis que l'éclair cité au paragraphe 3 se rapporte à un phénomène de décharge comprenant un minimum de 8 décharges d'intensité égale, se succédant à des intervalles réguliers d'environ 1/4.000 de seconde.

Dans le cas de la décharge mentionnée au paragraphe 1, la décharge visible doit avoir fini après moins de 1/35.000 à 1/40.000 de seconde ; et les décharges citées au paragraphe 2 doivent avoir été de la même durée minima.

La détermination de la durée des éclairs est d'autant plus importante qu'elle donnera le moyen de trouver le temps d'oscillation, si les éclairs sont vraiment des phénomènes oscillatoires. La période de décharge serait, d'après les expériences précitées, de moins de 1/30.000 de seconde.

§ 4. — Physique

La température de combustion de la cordite et la température de fusion du carbone.

— M. le chef d'escadron P. Bourgoïn nous adresse sur ce sujet, récemment abordé dans la *Revue*, la lettre qui suit :

« Je lis dans l'article : *Revue annuelle de Chimie minérale*, paru dans le numéro du 28 février de la *Revue*, ce qui suit page 192, 2^e colonne :

« Or, dans les expériences que Sir A. Noble poursuit « sur les explosifs, ce savant a montré que l'explosion « de la cordite, produite dans des cylindres en acier « hermétiquement clos, développe une pression de « 8.000 atmosphères avec une température de 5.400° ».

« Cette température de 5.400°, ainsi calculée par Sir A. Noble, est complètement erronée, le calcul en ayant été effectué en supposant la constance des chaleurs spécifiques sous volume constant. Or, on sait, depuis les travaux de Mallard et de Le Chatelier, que cette chaleur spécifique est une fonction linéaire croissante de la température :

$$C = a + bt.$$

« En tenant compte de la relation (1), les calculs effectués sur les données expérimentales de Sir A. Noble ne conduisent qu'à des températures maxima voisines de 3.000°.

« En prenant pour point de départ la formule de Van der Waals, on peut encore calculer ces températures en partant de la connaissance des pressions. On obtient ainsi la relation :

$$T = 273 \frac{p}{p_0} \left(\frac{1}{v_0 \Delta} - \frac{1}{1.000} \right),$$

où p_0 représente la pression atmosphérique, v_0 le volume du cylindre en acier et Δ la densité de chargement de la cordite.

« Les calculs conduits de cette manière donnent des résultats très concordants avec ceux que fournit la première méthode.

« En présence de ces résultats, il semble donc qu'il y ait lieu de suspecter l'exactitude des résultats obtenus

par Sir William Crookes en ce qui concerne le chiffre attribué par lui à la température de carbone.»

P. Bourgoïn,
*Chef d'escadron d'Artillerie coloniale
à la Commission de Givères.*

§ 5. — Électricité industrielle

L'Usine électrique de 100.000 chevaux de Saint-Denis. — La nouvelle usine électrique que la Société d'Électricité de Paris vient de faire installer sur les bords de la Seine, à Saint-Denis, représente la plus récente et la plus perfectionnée des grandes stations centrales en fonctionnement à l'heure actuelle tant en Europe qu'en Amérique.

Constituée par un petit nombre d'unités de grande puissance, elle se distingue par un automatisme poussé à l'extrême, qui a pour conséquence une réduction de personnel sans exemple jusqu'ici : le personnel total n'atteignant pas un homme pour 1.500 chevaux.

Cette usine, en fonctionnement depuis le mois de décembre 1905, est aménagée pour fournir du courant triphasé (25 périodes, 10.250 volts, au Chemin de fer Métropolitain et au secteur Edison, du courant diphasé (12 périodes, 12.300 volts) au secteur d'Éclairage et de Force, du courant continu (550 volts) aux Tramways Nord-Parisiens, etc.

La puissance mécanique installée actuellement est représentée par quatre turbines donnant en régime normal 10.000 chevaux et en surcharge continue 11.500 chevaux. Chaque turbine commande un alternateur donnant 6.000 kilowatts en régime normal et 7.500 kilowatts en surcharge. A la fin de l'année 1906, le nombre de turbo-alternateurs installés sera de 10; la puissance mécanique de l'usine atteindra donc 115.000 chevaux et l'énergie électrique disponible 75.000 kilowatts.

L'usine est divisée en trois parties, nettement séparées : les silos à charbon, le bâtiment des chaudières, la salle des machines. Voici la description qu'en a donnée M. D. Berthelot à l'une des dernières séances de la Société française de Physique :

Manutention et emmagasinement du charbon. Bâtiment des silos. — Deux bateaux charbonniers, rangés le long d'un appentement en Seine, peuvent être déchargés simultanément par deux grues électriques, qui laissent tomber le charbon dans les godets d'une chaîne sans fin qui l'amène par une galerie métallique au bâtiment des silos, où il est concassé et pesé automatiquement. Un seul homme suffit pour le déchargement et le transport de 80.000 kilogs de charbon par heure. Arrivés à la partie supérieure du bâtiment des silos, les godets basculent et déversent le charbon dans des soutes de 20 mètres de hauteur, pouvant contenir actuellement 12 millions de kilogrammes de charbon, c'est-à-dire de quoi alimenter pendant 6 mois un réseau d'éclairage comprenant un million de lampes de 16 bougies. Une seconde chaîne de godets, qui circule dans un tunnel ménagé sous les soutes, reprend le charbon concassé, l'élève le long des murs de la salle des chaudières et le déverse dans les trémies d'alimentation des chaudières. L'évacuation des cendres et mâchefers est assurée mécaniquement par un dispositif analogue.

Génération de la vapeur. Bâtiment des chaudières. — La salle des chaudières comprend actuellement 24 chaudières Babcock et Wilcox : ce sont des chaudières à tubes d'eau, du type marin, de 420 mètres carrés de surface de chauffe, qui peuvent fournir par heure 250.000 kilogs de vapeur à 16 atmosphères; 24 surchauffeurs de 172 mètres carrés de surface portent la vapeur à 350°C. L'alimentation, la progression et l'évacuation du charbon se font mécaniquement; les grilles des chaudières sont animées d'un mouvement automatique réglable. L'équipe totale des chauffeurs se compose de cinq hommes. Leur rôle consiste à surveiller 3 indicateurs électriques de niveau d'eau et de tirage des cheminées.

Les générateurs de vapeur sont alimentés en eau par deux pompes triplex à pistons plongeurs et deux pompes centrifuges actionnées par des moteurs électriques de 80 chevaux, situés dans le sous-sol.

Génération de l'électricité. Salle des machines. — La vapeur est conduite aux turbines de la salle des machines par des tubes de 29 centimètres de diamètre, isolés caloriquement à la diatomite. Les quatre groupes alternateurs Brown-Boveri-Parsons, actuellement en service, fournissent du courant triphasé à 25 périodes; leur vitesse est de 750 tours par minute. Chaque groupe a une longueur de 11m,50 de longueur, sur 3m,50 de hauteur et 4m,15 de largeur. Au-dessous des turbines se trouvent les condenseurs à surface, desservis chacun par une pompe centrifuge actionnée par un moteur électrique de 70 chevaux.

Le courant continu nécessaire au service de l'usine est produit par une turbo-dynamo de 300 kilowatts, à 230 volts, tournant à 2.700 tours par minute, par deux moteurs générateurs de 375 kilowatts, transformant le triphasé à 10.250 volts en continu à 250 volts, et enfin par une batterie d'accumulateurs de 126 éléments, à laquelle est adjoint un survolteur.

La machinerie électrique est complétée par un transformateur polymorphe fabriqué par la Société parisienne pour l'Industrie des chemins de fer et tramways électriques, dans ses ateliers de Leumont. Ce groupe est composé de deux alternateurs de 1.500 kilowatts chacun, l'un triphasé à 10.250 volts, fréquence 25, l'autre diphasé à 6.150 volts, fréquence 42, montés sur un même arbre tournant à 500 tours par minute. L'un ou l'autre de ces alternateurs peut être employé comme moteur alimenté par le courant de l'usine; le second débite alors en parallèle avec les turbo-alternateurs du même type, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un transformateur statique élevant de 6.150 volts à 12.300 volts la tension des courants diphasés. Ce même groupe polymorphe peut fournir du courant à 550 volts pour la traction; dans ce but, on a monté aux deux bouts de l'arbre deux dynamos à courant continu, de 750 kilowatts chacune.

Le réglage et la distribution des courants électriques se font par un tableau à cinq étages du système cellulaire, avec commande des interrupteurs à distance. Les câbles sortent de l'usine par une galerie en ciment armé, d'une capacité de 48 câbles.

Concours d'application du petit moteur électrique. — La section *Génie civil* de la Société d'Agriculture, Sciences et Industries de Lyon a décidé d'organiser, pour juillet-août 1906, un Concours et une Exposition des diverses applications du moteur électrique aux machines de l'atelier familial et aux usages domestiques.

Dans ces applications sont compris, à titre indicatif et non limitatif : l'emploi des électro-moteurs à la commande des machines à coudre, à broder, à tricoter; l'adaptation des petits moteurs aux ventilateurs d'appartement, aux transporteurs, aux nouvelles machines de nettoyage par le vide des tapis, tentures, boiseries, etc., etc.; l'atelage des petits moteurs électriques aux tours d'horlogerie, aux scies à découper, aux hachoirs, tournebroches, machines à cirer les parquets et les chaussures, etc.

Le Concours est limité aux applications des petits moteurs électriques dont la puissance est inférieure à un cheval.

Les constructeurs et inventeurs qui désirent prendre part à ce Concours et ont l'intention de faire figurer leurs machines ou appareils à l'Exposition qu'il comportera, doivent se faire inscrire au siège de la Société (30, quai Saint-Antoine, Lyon), avant le 1^{er} mai 1906.

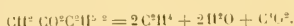
L'Exposition publique des machines et appareils soumis au Concours s'ouvrira le 1^{er} juillet. — En conséquence, les concurrents devront prendre leurs dispositions pour faire parvenir avant le 15 juin, à la Société, les objets qu'ils désirent exposer.

Les opérations du Jury commenceront le 4^{er} juillet, pour se terminer le 15 du même mois par la distribution des récompenses. L'Exposition, ouverte le 4^{er} juillet, sera close le 15 août. Elle pourra ainsi être visitée par les membres du Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des sciences, qui tiendra cette année sa session à Lyon, au commencement du mois d'août.

§ 6. — Chimie

Un nouvel oxyde de carbone. — Deux savants allemands, MM. O. Diels et B. Wolf, de l'Université de Berlin, viennent de faire connaître le mode de préparation et les propriétés d'un nouveau corps des plus intéressants, qui répond à la formule C_2O^2 et pour lequel ils proposent le nom de sous-oxyde de carbone.

On sait que, depuis longtemps, Brodie, puis M. Berthelot ont démontré l'existence de composés du carbone moins oxygénés que l'oxyde du carbone CO . Le nouvel oxyde est obtenu au moyen du malonate d'éthyle $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5)_2$, en soumettant la vapeur de ce composé à l'action du pentaoxyde de phosphore à 300°; dans ces conditions, deux molécules d'eau sont enlevées par l'action de ce déshydratant énergique, et il se forme un mélange d'éthylène et de sous-oxyde de carbone, d'après l'équation :



L'éthylène et le sous-oxyde sont condensés ensemble dans un récipient refroidi par de l'air liquide, puis séparés par distillation fractionnée.

Le nouveau composé est un gaz à la température ordinaire, brûlant dans l'air avec une flamme fuligineuse, à odeur pénétrante analogue à celle de l'acroléine ou du sulfoxyanate de phényle, attaquant violemment les yeux, le nez et les organes respiratoires. Par refroidissement, il se condense en un liquide incolore, très réfringent, bouillant à 7° sous 761 millimètres. Les résultats de l'analyse et la détermination de la densité de vapeur montrent que la formule moléculaire est bien C_2O^2 .

Le sous-oxyde de carbone se combine à l'eau pour reformer de l'acide malonique, à l'ammoniaque et à l'acide chlorhydrique pour donner de la malonamide et du chlorure de malonyle. Il possède donc vraisemblablement la chaîne d'atomes de carbone de l'acide malonique, et sa constitution serait représentée par la formule $\text{OC}:\text{C}:\text{CO}$.

Quand le sous-oxyde liquide est scellé dans des tubes de verre, il se transforme lentement, à la température ordinaire, en un solide rouge sombre, soluble dans l'eau avec une intense coloration rouge. MM. Diels et Wolf poursuivent l'étude de cet intéressant composé.

A propos de la fixation de l'azote atmosphérique. — Nous recevons d'un de nos lecteurs les renseignements qui suivent :

D'après la Note publiée dans la *Revue* du 15 février sur les intéressantes installations créées en Norvège pour fixer l'azote atmosphérique sous forme d'acide nitrique, les arcs voltaïques en disque d'étincelles seraient nouveaux et auraient été observés pour la première fois par le Professeur Birkeland, d'une façon tout à fait accidentelle, au cours de recherches scientifiques de physique.

Sans diminuer en quoi que ce soit le mérite des inventeurs norvégiens, il y a cependant à une petite rectification à faire au point de vue de l'histoire des sciences : ces disques électrostatiques sont produits couramment dans la technique électrique, dans les appareils connus sous le nom de souffleurs magnétiques; ils ont été décrits depuis longtemps par plusieurs auteurs, et pour la première fois en 1861 par Plücker¹, dont le

Mémoire est d'ailleurs cité dans le brevet français du Professeur Birkeland. Plücker avait observé d'une façon très nette l'oxydation de l'azote à laquelle ces disques électriques donnent lieu, lorsqu'ils sont produits dans l'air.

Cet habile expérimentateur employait un récipient en verre, de forme ellipsoïdale, dans lequel pénétraient deux électrodes disposées équatorialement entre les pôles d'un champ magnétique. Après avoir fait le vide dans l'appareil, il y laissait rentrer peu à peu de petites quantités d'air, ce qui donnait lieu aux phénomènes caractéristiques qu'il décrit de la façon suivante² : « Dès la première introduction d'air, le contenu du récipient prenait une nuance rouge jaunâtre, qui était déjà très prononcée après la quatorzième introduction d'air (elle était même plus foncée avec des électrodes de cuivre). Les constituants de l'air s'étaient partiellement combinés pour réagir avec l'oxygène en excès. Sans aucun doute, les acides nitreux et nitrique³ qui se forment ainsi progressivement doivent être considérés comme les supports de la remarquable auréole jaune observée, car avec d'autres gaz, notamment avec l'hydrogène, ce phénomène caractéristique ne se produit pas ».

Les installations créées en Norvège, telles qu'elles ont été décrites par la *Revue*, reproduisent donc, sur une plus grande échelle, — et en ce qui concerne la partie essentielle, — le dispositif de l'expérience de Plücker. Si les résultats industriels en sont concluants, ce ne sera pas la première fois qu'un demi-siècle se sera écoulé entre une application et l'observation scientifique dont elle dérive.

Le VI^e Congrès international de Chimie appliquée à Rome.

— A Rome aura lieu, du 26 avril au 3 mai, le VI^e Congrès international de Chimie appliquée, sous le haut patronage de S. M. le Roi d'Italie. Le Congrès est réparti en onze sections : 1^o Chimie analytique, appareils et instruments de chimie; 2^o Chimie inorganique et industries qui s'y rapportent; 3^o Mines, métallurgie et explosifs; 4^o Chimie organique et industries qui s'y rapportent; 5^o Industries et chimie du sucre; 6^o Fermentations et amidon; 7^o Chimie agricole; 8^o Hygiène, Chimie médicale et pharmaceutique; 9^o Bromatologie; 10^o Photochimie, photographie; 11^o Electrochimie, Physico-chimie; 11^o Droit, économie politique et législation dans leur rapports avec l'industrie chimique.

Des communications très intéressantes ont été déjà annoncées par des techniciens d'Italie, de France, d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, d'Angleterre et des Etats-Unis d'Amérique. Parmi ces communications nous signalons celle de M. William Ramsay, de Londres : « L'atome est-il indivisible », celle de M. H. Moissan de Paris, sur la distillation des mélanges, et celle de M. A. Frank, de Berlin, sur l'utilisation directe de l'azote de l'atmosphère pour la production des engrais et des produits chimiques. Les sections d'Electrochimie et Physico-chimie, de Chimie agricole, de l'industrie des sucres, d'Hygiène, et de Chimie analytique devront discuter des questions très importantes.

Le président du Comité organisateur est M. le Professeur Paterno, vice-président du Sénat italien; le secrétaire général est M. le Professeur Villavecchia directeur des Laboratoires chimiques de la douane italienne. Le Bureau du Congrès siège à Rome (Via Panisperna, 89). Le Comité français, qui siège à Paris, 156, boulevard Magenta, a pour président d'honneur M. Berthelot, pour président effectif M. H. Moissan, et pour secrétaire général M. François Dupont. La cotisation à payer pour devenir membre du Congrès est d

¹ *Loc. cit.*, p. 268.

² Il est utile de rappeler qu'en 1861 les chimistes désignaient sous le nom d'acides ce que nous appelons aujourd'hui des anhydrides; il s'agit donc des corps AzO^2 et AzO^3 .

³ *Berichte der deutsch. chem. Ges.*, t. XXXIX, p. 689.

⁴ *Pogg.*, Ann., t. CXIII, p. 272.

20 francs. Les dames paieront 15 francs. Les chemins de fer de l'Etat italien ont consenti une réduction de 60 % pour le voyage des membres du Congrès et de leurs dames jusqu'à Rome, avec faculté de deux arrêts dans les gares intermédiaires. MM. les congressistes et leurs dames, qui voudront visiter l'Italie et la grande Exposition internationale de Milan, recevront du Bureau du Congrès, lors de leur arrivée à Rome, un carnet avec des coupons qui pourront être présentés dans une gare quelconque pour obtenir des billets de chemin de fer avec réduction s'élevant de 40 à 60 %, suivant les distances qu'on devra parcourir. Les réductions sont valables du 26 avril au 11 juin. La maison Cook, de Rome, se charge de procurer aux congressistes, qui le désirent, des logements pendant leur séjour à Rome. Les prix des logements et les noms des hôtels sont indiqués dans une liste qui sera adressée par le Bureau du Congrès à chaque congressiste. Un Comité de dames recevra les dames des congressistes et aura soin de rendre agréable leur séjour à Rome.

Outre les réceptions et les fêtes, auxquelles seront invités les congressistes et leurs dames, auront lieu — après la clôture du Congrès — deux excursions. L'une aura pour destination la *Stiela*, afin d'y visiter une mine de soufre, les salines de Trapani, et les établissements des vins de Marsala. L'autre aura pour but la visite de l'*Ile d'Elbe* et des *solfioni* d'acide borique de la Toscane.

§ 7. — Zoologie

La carte de la Tsé-tsé en Afrique. — La *Royal Society* de Londres vient de publier une carte intéressante des régions africaines où vivent les diverses espèces de la redoutable mouche Tsé-tsé. D'après cette carte, les pays plus particulièrement infestés sont les côtes du Continent noir, depuis le Sénégal jusqu'au Congo, le Zambèze, les rives des grands fleuves et les bords des lacs. Au sud, le terrible insecte va jusqu'au Cap; au nord, il paraît ne s'arrêter qu'aux espaces désertiques du Sahara.

Cette carte, quoique incomplète, n'en constitue pas moins un document précieux qui pourra être utilisé dans la lutte contre la redoutable mouche.

§ 8. — Sciences médicales

Danger du lait bouilli de vaches tuberculeuses. — MM. Calmette et Breton¹ de l'Institut Pasteur de Lille ont fait ingérer à des cobayes différentes quantités de bacilles d'origine bovine fraîchement desséchés et incorporés à divers véhicules; ils ont constaté que l'ingestion répétée de très petites quantités de ces bacilles, tués par l'ébullition, hâte considérablement la mort des cobayes déjà infectés et aggrave des troubles parfois graves chez les cobayes sains; ils sont donc en droit de conclure que la stérilisation par la chaleur est insuffisante pour amener l'innocuité de ces produits. On devrait donc proscrire l'alimentation de l'homme le lait, même bouilli, provenant de vaches tuberculeuses, et l'on devrait surtout s'abstenir de nourrir de cette manière les sujets déjà tuberculeux. C'est pourquoi les auteurs demandent, à juste titre, selon nous, que l'on soumette périodiquement toutes les vaches à l'épreuve de la tuberculine par les uns des vétérinaires sanitaires. On ne prendra, en effet, mais assez de mesures pour arrêter les progrès constants de cette effroyable maladie.

Le sérum antidyssentérique. — MM. les Docteurs Vaillard et Hopfer² ont préparé un sérum antidyssentérique qu'ils viennent d'expérimenter longuement et qui leur a donné les meilleurs résultats. Ce sérum ne vise que la dysenterie bacillaire, qu'il ne faut

point confondre avec la dysenterie amibienne. Il a été obtenu à la suite d'injections faites au cheval, sous la peau et dans les veines, à l'aide de cultures vivantes du bacille dysentérique et de toxine. Etudié expérimentalement sur le lapin, il a montré des propriétés préventives et curatives. Chez l'homme, dans 96 cas, il a amené une diminution considérable de l'intensité de tous les symptômes, une guérison plus rapide (sauf dans un cas mortel) et une convalescence beaucoup plus facile. C'est donc une très importante conquête thérapeutique que ce sérum, qui semble, d'après l'analyse de ces cas, avoir une efficacité réelle.

§ 9. — Géographie et Colonisation

Conférence de M. A. Chevalier sur l'Ouest africain. — La Société de Géographie de Paris, dans sa séance du 2 février, présidée par M. de Guerne, a entendu la relation du dernier voyage de M. A. Chevalier dans l'Ouest africain. A peine de retour du Tchad, d'où il rapportait des observations d'un haut intérêt scientifique, le jeune et savant explorateur était chargé par M. Roume, gouverneur général de l'Afrique occidentale française, de visiter nos possessions, puis de parcourir les colonies étrangères voisines, afin de les comparer aux nôtres, au point de vue agricole. Il devait aussi rechercher l'emplacement qui conviendrait pour l'installation d'une grande station botanique et agricole, où seraient inventoriées et étudiées les ressources de la flore africaine et introduites les richesses végétales des régions chaudes du Globe, afin de déterminer celles qui seraient susceptibles de s'acclimater dans nos colonies de l'Ouest africain.

Le voyage de M. Chevalier dura huit mois (février à octobre 1905), pendant lesquels il parcourut les pays suivants : la Guinée française et surtout les hautes régions du Fouta-Djallon (trois mois); la Côte d'Ivoire (un mois), où il visita les principales cultures entreprises et étudia, grâce au chemin de fer, la flore de la grande forêt; les colonies anglaises de la Côte d'Or (quinze jours), de Lagos (quinze jours), de la Nigéria du Sud (huit jours); le Cameroun, et enfin la petite Ile de San-Thomé (un mois et demi).

Les observations recueillies au cours de son voyage lui ont permis de conclure que c'est la partie élevée de la Guinée française qui remplit les conditions désirables pour l'emplacement de la station projetée. Son rapport au Gouverneur général fera connaître les raisons qui ont déterminé ce choix.

Utilisant ce qu'il a vu, M. Chevalier trace un tableau fort clair de l'état actuel de nos colonies africaines au point de vue agricole.

Les commerçants et les administrateurs commencent à comprendre que l'exploitation désordonnée des essences utiles ne tardera pas à épuiser l'Afrique, si l'on ne replante pas. En Afrique, comme ailleurs, la terre, pour produire, doit être travaillée. Or, le noir n'est pas le paresseux méprisable que l'on dit trop souvent; les résultats admirables obtenus dans la culture du cacao à la Gold Coast le prouvent suffisamment. Et encore le nègre de cette région est-il loin d'être aussi civilisé que la plupart de nos sujets africains.

Culture et exploitation du caoutchouc. — Le caoutchouc restera longtemps encore le plus important produit de l'Ouest africain. 15.000 tonnes, sur 16.000 produites en Afrique, viennent de l'Ouest. Mais cette production va en décroissant à cause de l'exploitation irraisonnée des indigènes. Il n'y a augmentation que dans le Congo français, le Cameroun et la Côte d'Ivoire, grâce à leurs forêts. Assurément, la destruction des plantes à caoutchouc est moins avancée dans l'Ouest africain qu'à Madagascar et dans les colonies anglaises africaines, mais il est nécessaire dès maintenant de signaler le danger.

En Afrique, le caoutchouc est donné par trois groupes d'essences : 1° des herbes, dont les racines

¹ *Presse médicale*, 21 février 1906, p. 115.

² *Annales de Médecine*, 20 février 1906.

puissantes vivent dans les savanes incendiées chaque année (« caoutchouc des herbes » est surtout récolté dans l'intérieur de la Nigeria, le Haut-Chari, le sud du Congo et l'Angola) ; 2° des lianes des genres *Laudolphia*, *Clitandra* et *Carpodinus*, qui appartiennent à de nombreuses espèces et qui vivent dans la savane et la forêt ; 3° des arbres, comme le *Fontunia elastica*, localisés dans les forêts.

On ne peut rien contre la disparition des herbes à caoutchouc. Il n'y a même qu'à étendre leur exploitation. D'autre part, si l'on arrête le feu de brousse, on peut cultiver les *Laudolphia*, dont le rendement est certain et la croissance rapide.

L'essence la plus résistante est le *Fontunia elastica*, qui fournit une grande partie du caoutchouc de la Côte d'Ivoire, du Haut-Oubanghi et de la Haute-Sangha. Sa plantation et sa culture, bien conduites, donnent un bon rendement. Au Cameroun et dans les colonies anglaises, cette culture est franchement sortie de la période des tâtonnements. Les indigènes de la Côte d'Or, de Lagos et de Bénin font des plantations de *Fontunia* ou d'*Hevea*.

Quant au *Ceara* américain, il pousse facilement et se multiplierait vite si les animaux, qui en sont friands, ne broutaient les jeunes plants. Un *Ceara* de belle venue peut donner annuellement, dans les pays où il tombe au moins 1 mètre d'eau par an, de 100 à 150 grammes de caoutchouc sec ; et un noir habile peut, en deux jours, sur des *Ceara* rapprochés, en récolter 1 kilogramme, qui vaut 10 francs.

Dans la brousse et la forêt, la récolte du caoutchouc sur les lianes est plus aléatoire. C'est que l'indigène de l'Afrique occidentale est forcément attaché à son village, dont il ne s'éloigne que s'il y est forcé. Il n'aime pas la vie de la brousse. Et puis il n'est jamais certain de recommencer la cueillette abondante qu'il a faite l'année précédente dans le même endroit. Des noirs plus pressés sont passés avant lui, qui ont souvent mutilé sans profit des lianes déjà épuisées. En résumé, le rendement des plantes à caoutchouc de la brousse est irrégulier, et il serait préférable de substituer au régime de l'exploitation forestière irraisonnée le régime rationnel de la plantation dans chaque village. Sans doute, il y aura des difficultés à surmonter ; mais M. Chevalier est convaincu qu'il est possible de réussir, car lorsqu'on a vu, comme lui, l'étape franchie en sept années par les populations du Haut-Niger, on est en droit d'attendre de l'initiative de ces indigènes les plus beaux résultats. L'histoire de la culture du Cacaoyer en Afrique va le prouver.

Culture du Cacaoyer. — Le Cacaoyer, originaire d'Amérique, fut importé en 1850 à San-Thomé, et il y a si bien réussi qu'en 1904 cette île exportait 21.236.108 kil. de cacao, valant 31.448.198 francs. De même à la Gold Coast, de 1890 à 1904, l'exportation a passé de rien à 5 millions de francs. Or, il n'y a pas dans cette région une seule plantation européenne : tout le cacao exporté est produit par des noirs travaillant pour leur propre compte. L'Européen est seulement acheteur et dirige le cacao vers les comptoirs des grandes maisons.

Les débuts furent difficiles. Mais, grâce au zèle infatigable du Service d'agriculture que dirige M. Johnson, ancien élève de Kew, les difficultés disparurent. Le Jardin botanique d'Aburi distribua gratuitement, pendant plusieurs années, des graines aux indigènes. Puis, voyant que les plantations réussissaient dans le Jardin du Gouvernement, les noirs demandèrent et obtinrent

d'établir leurs plantations contre le Jardin botanique. Cette situation permit à M. Johnson de s'intéresser directement à cette culture et de prodiguer aux noirs des conseils éclairés.

Pendant son séjour à Aburi, M. Chevalier vit un instituteur laïque d'Accra venir passer quinze jours avec ses élèves. Chaque jour, l'instituteur et les jeunes noirs recevaient une leçon suivie d'une démonstration dans le jardin. Ces leçons portèrent exclusivement sur la culture des plantes à caoutchouc, du Cacaoyer, du Caféier et des Colonniers.

Les Cacaoyers des indigènes rapportèrent bientôt, mais l'Administration anglaise eut à lutter contre les commerçants, qui ne voulaient pas de ce nouveau produit. Sans hésiter, le Gouvernement se fit acheteur, et son exemple décida alors les grandes maisons de la côte à établir des factoreries dans la région d'Aburi.

Depuis trois ans, cette culture a pris une extension considérable et les Anglais font tous leurs efforts pour l'étendre davantage encore. Des écoles sont créées dans tous les grands villages, et dans plusieurs de ces écoles il existe de petits jardins où l'enfant est initié à la culture. Ce sont souvent des instituteurs noirs qui donnent cet enseignement.

Il est juste de dire que les procédés de culture, de fermentation et séchage sont bien grossiers et bien éloignés de ceux qu'on emploie à San-Thomé, où la culture se fait aussi méthodiquement que celle des céréales en Europe. Mais les Anglais ont pensé qu'il ne fallait pas trop demander dès le début : planter la culture d'abord, l'améliorer ensuite.

Dans les autres colonies anglaises, la culture du Cacaoyer est aussi en voie d'extension. Ce développement est dû, comme à la Gold Coast, aux efforts de l'Administration. Il s'est réalisé dans ces pays, pour le cacao, ce qui s'est produit au Sénégal pour l'arachide, et en Tunisie pour l'olivier.

Conclusion. — La culture du Caoutchouc et celle du Cacaoyer dans l'Ouest africain prouvent que l'Afrique noire est capable de progrès agricoles. Ainsi les 35 millions de francs de cacao et de café qui sortent annuellement de San-Thomé sont le produit du travail de 20.000 indigènes, en y comprenant les femmes et les enfants. Si chacun des 49 millions de sujets que nous avons en Afrique tropicale livrait au commerce d'exportation seulement la dixième partie de ce que produit un travailleur de San-Thomé, le commerce extérieur de nos possessions serait centuplé et dépasserait annuellement 7 milliards.

Pour atteindre ce résultat, il faut créer des voies de communication, et bien se convaincre que ce n'est pas par la contrainte au travail qu'on arrivera à parfaire la mise en valeur de ces régions africaines, mais par la méthode de l'éducation indigène et de la persuasion, méthode dont les Anglais de la Côte d'Or ont su tirer un si brillant parti.

Cette conférence a parfaitement mis en lumière les résultats pratiques obtenus par M. Chevalier dans cette mission, comme dans celles qui l'ont précédée. C'est que ce jeune savant ne se contente pas d'être un botaniste avisé et un explorateur courageux ; il croit en la prospérité de nos colonies africaines, et, avec un rare sens pratique, il indique ce que peut notre pays pour faire naître cette prospérité tout en remplissant sa mission de justice et d'humanité.

E. Caustier.

LES VERTÉBRÉS DE SURFACE

QUELQUES IMPRESSIONS D'UN NATURALISTE AU COURS

DE LA DERNIÈRE CAMPAGNE SCIENTIFIQUE DE S. A. S. LE PRINCE DE MONACO¹

Voici terminée la récente campagne scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco, la treizième entreprise par cet infatigable explorateur de l'Océan. Ayant eu l'honneur et le grand avantage d'être parmi les invités de Son Altesse, il ne sera peut-être pas inutile de mettre en relief les impressions et les connaissances que j'ai rapportées de cette croisière, qui fut pour moi une délicieuse et inoubliable leçon de choses. Est-ce une illusion de croire que les sentiments les plus vifs débordent quelque peu dans un simple récit ? et sera-t-il possible de communiquer au lecteur une parcelle du charme que le naturaliste éprouve au cours d'un semblable voyage, surtout en présence des phénomènes considérés comme les plus vulgaires ?

Quoi qu'il en soit, on ne trouvera peut-être pas sans utilité le récit bref et pittoresque d'une campagne océanographique outillée à la moderne, car les hommes de science sont parcimonieux de leur temps et il faut d'amples loisirs pour entreprendre la lecture des gros volumes consacrés aux expéditions les plus récentes. Si j'ajoute que les engins utilisés par Son Altesse représentent les derniers progrès de l'outillage océanographique, et que, parmi ces engins, le plus employé fut un filet spacieux qui permettait d'étudier, sur une vaste échelle, la faune bathypélagique si mal connue jusqu'ici, on se rendra compte de l'intérêt que peut

présenter le récit de la dernière campagne effectuée par la *Princesse-Alice*.

1

D'une blancheur de neige, relevée par de sobres dorures, le yacht *Princesse-Alice* (fig. 1) est un élégant vapeur, avec ses mâts qui lui permettent



Fig. 1. — La *Princesse-Alice*.

de supporter une voilure, et sa coque fine et souple, formée par une carapace d'acier. Sa longueur atteint 70 mètres et son jaugeage 1.400 tonneaux. Près de la dunette d'avant, où s'effectuent les manœuvres de pêche, elle porte 20.000 mètres de câbles métalliques, enroulés sur deux énormes treuils et actionnés par une machine spéciale de 10

chevaux. Entre ce point et l'entrepont des machines, s'élève un long rouf où sont établies les cuisines, les annexes du laboratoire, qui est situé au-dessous, près des cabines d'avant, et les installations propres aux sondages ou aux projections pour la pêche moderne. En deçà des machines s'élève un second rouf, qui conduit à d'autres cabines et à la salle à manger; enfin, la dunette d'arrière est occupée surtout par le salon et le servo-moteur, portant, au surplus, les appareils nécessaires à la manœuvre du cerf-volant et l'installation du Dr Richard pour les fines récoltes de surface.

Quant aux engins de pêche, ils sont aussi nombreux que variés : chalut ordinaire et chalut à plateaux pour les espèces qui vivent sur le fond, énormes nasses garnies intérieurement de nasses pour attirer ces mêmes espèces, filets

¹ Tous les clichés de cet article sont dus à l'obligeance de S. A. le Prince de Monaco, sauf celui du Chalut qui a bien voulu nous prêter la librairie Masson.

Richard pour la pêche bathypélagique; et de longues lignes, appelées palangres, qui portent par centaines des hameçons largement espacés, et des projecteurs électriques pour attirer les organismes marins à la surface, et des haveneaux de diverses sortes pour la capture des animaux flottants, et tout un attirail de dards, de flèches, de harpons, avec des baleinières armées de caronades pour la pêche des Cétacés. Le filet Richard (fig. 2) fut notre engin favori durant la croisière, et, comme on pouvait le prévoir d'après la campagne précédente, les récoltes en furent merveilles. Il se compose d'un filet conique, en toile d'emballage, soutenu à l'ouverture par un châssis carré ayant 3 ou 5 mètres de côté suivant le type, soit une ouverture de 9 ou de 25 mètres carrés; on le descend verticalement jusqu'à la profondeur voulue, en évitant de toucher le fond, et il capture les animaux qui se trouvent sur sa route, pendant qu'on le ramène à la surface. Une empenne conique, adaptée à l'ouverture, mais bien plus courte que l'engin, et comme lui en toile d'emballage, s'oppose à la sortie des animaux et fonctionne à la manière du cône perforé des nasses les plus communes. Etant données ses dimensions qui sont énormes, ce



Fig. 2. — Le filet vertical à grande ouverture, ou filet Richard. (D'après une photographie prise à bord du yacht par M. Richard.)

filet tamise une colonne d'eau gigantesque et retient une quantité d'organismes qui échappaient forcément aux filets verticaux beaucoup plus petits employés jusqu'alors; ces derniers avaient, au plus, un mètre carré d'ouverture et ne laissaient pas que d'être fort coûteux, car on les construisait avec une soie à bluter des plus fines. Malgré ses grandes dimensions, le filet Richard n'atteint pas un prix bien élevé; il est d'une manœuvre très simple et c'est à son usage presque journalier qu'on doit les plus beaux résultats de la présente campagne.

L'équipage du yacht, depuis le mécanicien jusqu'aux matelots, a été l'objet d'une sélection attentive et ne comprend que des marins de choix; il a l'intelligence des besognes délicates qu'on lui demande et fonctionne avec un ensemble admirable sous la direction de M. Sauerwein, aide-de-camp du Prince, et d'un habile maître de manœuvre,

M. Péron. Un baleinier écossais, M. Wederburn, a pour mission propre la pêche des grands Cétacés; mais beaucoup de matelots sont d'une adresse extrême dans le harponnement des espèces plus petites, telles que les Dauphins. Le Commandant Carr, un marin qui a fait vingt fois le tour du monde, est chargé de la direction du navire, dont le ravitaillement s'effectue sous les auspices de M. Furmeister, secrétaire particulier du Prince. Le personnel scientifique de la campagne se composait du Dr Richard, directeur du Musée océanographique de Monaco, de M. Servent, préparateur du Musée, d'un médecin naturaliste, M. le Dr Petit, du Muséum d'Histoire naturelle, du Professeur Herrgesell, de Strasbourg, chargé des observations météorologiques, et du rédacteur de cet article. Un peintre habile, M. Tinayre, devait fixer en aquarelles les jolies teintes des animaux vivants, esquisser les complexes manœuvres de bord et exécuter quelques études dans les pays pittoresques que nous allions visiter. Avec sa cordialité charmante et son sang-froid inaltérable, le Prince assumait la lourde tâche de diriger complètement l'expédition; il fut vraiment l'âme du bord et, pour tous ceux qui furent ses collaborateurs

scientifiques, un compagnon des plus charmants.

Dans ses grandes lignes, le programme de la croisière comportait une pointe dans la mer des Sargasses avec relai à Madère et retour par les Açores. La carte ci-contre (fig. 3) montre quelle route fut suivie pour réaliser ce programme. Partis de Marseille le 20 juillet, nous relâchions à Madère le 28, pour en repartir le 30, après avoir fait amples provisions de vivres et de charbon; 25 jours plus tard, le yacht mouillait dans le port de Ponta-Delgada, chef-lieu de São-Miguel des Açores, ayant atteint au sud-ouest les grands fonds de 6.000 mètres et traversé la partie orientale de la mer des Sargasses; il repartait le 27 août pour explorer les eaux açoréennes jusqu'au delà de Florès, relâchait de nouveau à Ponta-Delgada le 9 septembre, et quatre jours plus tard, se dirigeait vers l'Europe: il faisait escale à Gibraltar le 19 septembre, lon-

geait la côte orientale de Majorque le 23, et le 24 au matin jetait l'ancre dans le vieux port de Marseille, après une campagne de neuf semaines.

11

Dès le premier jour de notre navigation, nous fûmes favorisés par un spectacle de bon augure : le phare du Planier et la côte provençale s'étaient à peine cachés derrière l'horizon qu'une troupe de grands Cétodontes vint prendre ses ébats au voisinage du navire. A leur nageoire falciforme, qui faisait longuement saillie hors de l'eau, à leur

Trois jours après cette rencontre, à l'heure où le pittoresque rocher de Gibraltar commençait à paraître sur l'horizon, un *Cachalot* (fig. 5) se montra en avant du navire. Quand nous aperçûmes le gigantesque Cétodonte, il était au repos à la surface, avec la partie dorsale de son corps saillante au-dessus des flots, semblable à un demi-cylindre noirâtre et verticalement tronqué en avant. L'animal ne resta pas longtemps dans cette position; dérangé par notre marche, il plongea quelques instants, mais pour émerger bientôt à l'arrière du navire. Alors, il se dirigea vers le nord à toute vitesse, soufflant par intervalles une haute colonne

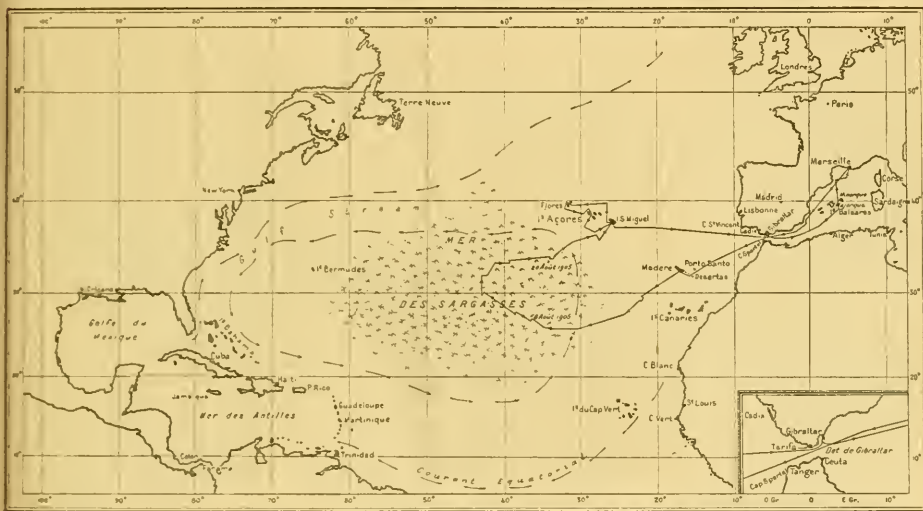


Fig. 3. — Itinéraire de la « Princesse Alice » pendant la campagne de 1905. (Carte dressée par M. Tolmer.)

rostre aplati, fort semblable à celui des Dauphins, et à leur taille qui pouvait atteindre 4 ou 5 mètres, ces habiles nageurs furent bien vite reconnus pour des *Grampus* (fig. 4). Moins familiarisés que les Dauphins, qui, sous la proue, luttent de vitesse avec le navire, nos visiteurs se tenaient à quelque distance, et, comme ils ne venaient point à nous, le Prince résolut d'aller à eux. Une baleinière est mise à l'eau, avec sa caronade chargée et ses harpons reliés à un cordage; le Prince descend dans l'embarcation, et la chasse commence. Mais les *Grampus* sont des animaux prudents; sans s'éloigner beaucoup de la baleinière, ils surent toujours se tenir hors de portée, semblant narguer leur agresseur dont j'admirais le calme et dont j'enviais la patience. Cette partie dura plus d'une heure et, si elle ne fut pas fructueuse, elle nous renseigna du moins sur la sagacité des *Grampus*.

vaporeuse de gouttelettes finement divisées. Le jet expiratoire est beaucoup plus élevé chez le Cachalot que chez les *Grampus*; il donne naissance à un bruit beaucoup plus net et il retombe obliquement sur l'un des côtés du corps, ce qui tient à la position très asymétrique de l'évent chez cet animal. De la sorte, jalonnant sa route, le Cétacé put être suivi assez loin, et nous en apercevions la piste quand son dos noirâtre avait depuis longtemps cessé d'être apparent.

Une troupe de trois Cachalots fut également rencontrée par le yacht entre les Açores et le détroit, durant le trajet de retour. Au reste, ces animaux sont fréquents dans les parages des Açores, et les îles de l'archipel sont assidûment fréquentées par les baleiniers américains qui pourchassent le gigantesque Cétodonte. Chaque île a ses guérites d'observation, toujours situées sur de hautes falaises, d'où

l'on peut explorer le large; un Cachalot est-il aperçu, les baleiniers partent en chasse et, le cas échéant, remorquent leur victime en un lieu de dépeçage approprié. Le port de Horta, dans l'île Fayal, conserve depuis longtemps les faveurs des baleiniers, ce qui tient sans doute à sa position au centre de l'archipel. C'est dans une anse séparée du port par un monticule de laves que sont disposées les installations relatives à l'exploitation du cadavre (fig. 6); encore liquide, le spermaceti,



Fig. 4. — *Grampus griseus* hissé à bord de la « Princesse-Alice ». (D'après un cliché de Son Altesse.)

ou blanc de baleine, est tiré des cavernes fibreuses qu'il occupe au-dessus du crâne, et, quant à l'huile, on l'obtient par fusion de l'épaisse couche de lard qui revêt le corps du Cétacé. Les dents qui garnissent les bords de l'étroite mâchoire inférieure ont également une valeur commerciale; on les vend comme curiosités à Horta, ou on les utilise pour l'ivoire dont elles sont formées. Ces travaux de dépeçage sont toujours pénibles, car la besogne est longue, et nulle odeur n'est plus répugnante et plus tenace que celle du Cétacé en décomposition; l'anse de Fayal nous parut empestée; et quelques semaines plus tard, dans l'îlot de Villafraanca, nous retrouvâmes, atténué, le

même fumet désagréable, bien que le chantier de l'îlot n'eût pas reçu de travailleurs depuis des années! Au cours de la campagne dernière, on a capturé vingt Cachalots à Fayal, et quelques autres sans doute dans le reste de l'archipel; mais l'industrie des huiles minérales et des huiles végétales semble avoir porté un coup funeste à celle qui nous occupe, et le nombre des baleinières armées pour la pêche diminue chaque année dans les Açores, comme aussi, paraît-il, dans les régions arctiques. Et dès lors, au lieu de disparaître à courte échéance comme on l'a tant de fois prédit, les grands Cétacés ont quelque chance

de se multiplier comme jadis, ce qui ne se produira pas sans retentir, par contre-coup, sur la gent maritime dont ils font leur nourriture.

L'archipel des Açores est également très fréquenté par l'*Hyperoodon rostratus*, Cétodonte moins volumineux que le Cachalot et qui s'avance beaucoup plus loin vers le Nord, voire jusque dans la Manche, où fréquemment il vient s'échouer. Nous eûmes l'occasion, à plusieurs reprises, de rencontrer des individus de cette espèce, notamment, le 31 août, au nord de Graciosa, où cinq d'entre eux suivirent le yacht pendant des heures. Ils nous découvrirent de fort loin et s'élancèrent dans notre direction avec une rapidité extrême; de minute en minute, leur souffle vaporeux se rapprochait du navire, qui pourtant était en marche et filait 7 ou 8 nœuds à l'heure. Ils sont maintenant à l'arrière, dans le sillage, et si près de nous que le Dr Richard peut très heureusement les photographier; on distingue aisément leur protubérance céphalique, fort accentuée chez les mâles, qui surplombe un rostre assez court. A certains moments, ils disparaissent et nous croyons que le curieux spectacle a pris fin; mais, après être restés sous l'eau une demi-heure, sans doute à la recherche de quelques proies, ils reviennent à la surface et, de nouveau, recommencent leur poursuite. On sait que les *Hyperoodons* sont des Cétodontes où l'armature buccale est réduite à une paire de dents, situées sur la mâchoire inférieure; comme tous les grands Cétacés, ils donnent une ample provision d'huile qui, dans leur cas particulier, est riche en spermaceti.

Un spectacle plus original encore nous fut offert, le 9 août, au point où nous apparurent, vers le sud, les premières touffes de Sargasses. Dans l'immensité de l'Atlantique, depuis plusieurs jours absolument désert, nous eûmes la satisfaction de voir apparaître une troupe de Globicéphales (*Globicephalus melas*) (fig. 7), qui comprenait au minimum vingt individus. Cette escadrille d'un nouveau genre était développée en file sur plusieurs kilomètres de longueur, suivant une ligne oblique par rapport à la direction du navire. Elle s'approcha du yacht et cessa de poursuivre sa marche quand les premiers furent à une centaine de mètres de l'avant. Alors la bande ennemie se livra au plaisir, comme pour fêter notre passage: certains individus faisaient la sieste, laissant apercevoir leur dos et leur nageoire dorsale peu élevée; d'autres exécutaient des plongeon bizarres et revenaient verticalement à la surface, où émergeait leur région céphalique obtusément tronquée; plusieurs même réussissaient à laisser sortir, dans la même attitude, une grande partie de leur corps. Nous pouvions très bien entendre leur souffle expiratoire suivi du râle

d'inspiration; au loin, on apercevait encore le jet des plus attardés. En pareille circonstance, une pêche eût été facile, car ces grands Cétodontes se laissent approcher de fort près, et, quand l'un d'eux est capturé, les autres s'offrent d'eux-mêmes sur les flancs du navire. Je tiens ce dernier détail de mes compagnons de route qui, plusieurs fois, eurent l'occasion de l'observer, durant les précédentes campagnes.

Le même jour, à un mille du yacht, nous pûmes

ment bien plus petite, semblent localisés près des hauts fonds ou au voisinage de la côte. Telle est, du moins, la distribution que présentèrent ces animaux au cours de la campagne du yacht; de bien plus loin que les phares, ils nous annonçaient toujours un banc ou une partie émergée. Durant la traversée de Marseille à Madère, nous rencontrâmes presque chaque jour une ou plusieurs troupes de ces animaux; mais ils disparurent bien vite après notre départ de cette île, au cours du long crochet



Fig. n. — Le Cachalot (*Physeter macrocephalus*), Cétodonte pouvant atteindre une longueur de 30 mètres. (Gravure extraite des *Mammifères* de Carl Vogt; cliché prélevé par la librairie Masson.)

apercevoir deux grands *Mysticètes* des Balénoptères sans doute, qui, malheureusement, n'eurent pas la curiosité de nos Globicéphales. Les Cétacés de ce groupe portent des fanons au lieu d'une armature dentaire; ils se distinguent, en outre, des Cétodontes parce qu'ils ont deux évents, et par suite un jet double, qui permet de les reconnaître à distance. Bien que ces animaux ne soient pas rares, nous n'eûmes pas la bonne fortune d'en rencontrer de nouveaux sur notre route.

Tandis que les grands Cétacés peuvent s'aventurer sur l'Océan aux points les plus éloignés des terres, les *Dauphins*, qui sont de taille relative-

que nous fîmes vers le sud-ouest, puis vers le nord, pour atteindre et explorer la mer des Sargasses. Il faut avoir parcouru ces solitudes infinies, délaissées par les navigateurs, pour se rendre compte du plaisir qu'on éprouve lorsque reviennent les Dauphins.

Le yacht avait quitté Madère depuis vingt-trois jours, quand ces messagers aquatiques apparurent de nouveau; nous étions alors à 400 kilomètres au sud de Pico, et à 250 kilomètres du banc de la *Princesse Alice*, c'est-à-dire dans les parages des Açores. À partir de ce point, nous reçûmes leur visite à peu près chaque jour, sauf à mi-chemin

entre Punta-Delgada et l'Espagne, durant une période où les vents du nord-est secouèrent assez violemment le navire. Quels gracieux nageurs que ces animaux, et combien sont variées leurs évolutions ! Dans le canal qui sépare Pico de Saint-Georges et, quelques semaines plus tard, au voisinage de Majorque, ils se trouvèrent réunis en grand nombre et tout remplis d'ardeur comme pour nous donner le spectacle de leurs ébats : ils sautent hors de l'eau, s'infléchissent en arc, apparaissent verticalement au-dessus de la surface, ou disparaissent et reviennent bientôt en se luttinant. Plus encore que les Globicéphales, ce sont les amis des navires, vers lesquels, de très loin, ils se dirigent à forts coups de nageoire. Leur grand plaisir, qu'ils satisfont toujours, c'est d'entreprendre une lutte de vitesse avec les bateaux. Au contraire des Requinsvoraces, qui se tiennent dans le sillage des navires pour s'y repaître de débris et d'immondices, ils se plaisent à l'avant et jusqu'au-dessous de la proue.



Fig. 6. — Le dépeçage d'un Cachalot à São Miguel. (D'après une carte postale de la librairie Travassos, à São Miguel.)

Avec un navire de recherches comme la *Princesse Alice*, le Cétodonte court quelques risques en se livrant à ces jeux : sur une sorte d'établi spécialement installé sous le beaupré, voici que descend un matelot habile dans le maniement du harpon : une proie est choisie, bien visée et presque toujours atteinte en plein corps ; un flot de sang rougit la mer. Et alors ce sont les compagnons du chasseur qui s'emparent du câble fixé au harpon, et c'est le Dauphin palpitant qu'on amène sur le navire, où il fournira au laboratoire quelque organe intéressant et à la cuisine le copieux filet de ses muscles. Cette tragédie a toujours pour effet d'éloigner immédiatement la troupe des nageurs, même quand l'un des animaux n'a été que simplement touché. Si ce n'est pas de la solidarité, c'est au moins la preuve de l'activité psychique de ces animaux, qui sont à coup sûr fort intelligents.

111

Il n'est pas difficile d'expliquer la distribution si différente des Dauphins et des grands Cétacés dans les mêmes régions. Suivant la règle intangible, ces animaux se tiennent aux lieux où ils trouvent leur nourriture. Mysticètes et grands Cétodontes peuvent s'aventurer dans les parages les plus lointains, parce qu'ils rencontrent partout l'aliment qui les sustente : partout, en effet, se développent les Crustacés et autres organismes du plankton qui conviennent aux Mysticètes ; partout les Céphalopodes, qui sont la proie du Cachalot, de l'Hypéroodon et des autres grands Cétodontes. Mais le Dauphin

se nourrit de Poissons, et les Poissons n'abondent que sur les bancs et au voisinage des terres, et c'est là que leurs adversaires viennent les pourchasser.

Dans les parages traversés par le yacht, les Oiseaux de mer présentent à peu près la même distribution que les Dauphins, et pour des mo-

tifs analogues, car ce sont d'infatigables pêcheurs. Les *Goélands*, qui constituent la majeure partie de cette population aérienne, s'avancent même un peu moins au large : durant notre longue fugue dans la mer des Sargasses, ils nous quittèrent avant les Dauphins et réapparurent un jour après, le 21 août, à 200 ou 300 kilomètres du banc de la *Princesse Alice*. De même, entre São Miguel des Açores et l'Espagne, nous fumes quelques jours sans en apercevoir. Par contre, ils formaient des colonies extraordinairement populeuses au voisinage des îles, et à Punta-Delgada, en pleine rade, je les ai vus disputer le Maquereau à la ligne du pêcheur.

Les gracieux *Pétrels*, aux ailes noires barrées de blanc, sont bien plus puissants dans leur vol et bien plus hardis dans leurs pérégrinations. Semblables aux Hirondelles, dont ils ont les ailes fines et la taille, ils suivent très loin le navigateur, effleurant l'eau de leur vol rasant, et capturant du

bec les organismes de surface. Est-ce pour rebondir à la manière des Poissons volants, que ces rapides Palmipèdes touchent parfois le liquide du bout de l'aile? Nous les rencontrâmes sur toute notre route, depuis Tanger jusqu'à Madère et depuis les Açores jusqu'au détroit de Gibraltar. Pendant près

d'une quinzaine, aucun d'eux n'apparut au voisinage du navire, mais nous étions fort loin de toute terre, au sud de la mer des Sargasses, ou dans les parties orientales de cette région. Là, notre solitude ne fut troublée que par l'école de Globicéphales dont j'ai fait mention plus haut, et par deux Oiseaux particulièrement aventureux : une sorte de grand Pétrel et un autre, non moins robuste, que les marins appellent Paille en queue, à cause de l'allongement de certaines

Exténuées de fatigue, les malheureuses égarées se reposaient fréquemment sur les cordages, sur les vergues ou au bord des chaloupes, puis elles tournaient autour du yacht sans jamais se livrer aux chasses rasantes qu'elles ont coutume de faire sur

le continent. Elles refusèrent toute nourriture et ne parurent pas s'approcher d'un vase rempli d'eau qu'on avait placé à leur intention sur le rouf d'avant. Après deux jours, nos pensionnaires disparurent; j'ignore si quelques-unes avaient repris leur indéfini voyage; en tout cas, l'une d'elles fut trouvée morte, peu de temps après, derrière l'un des treuils du câble. Rapporté à terre et étudié depuis par M. Eugène Simon, le cadavre fut rapporté à l'*Hirundo rustica* var. *erythrogaster*, c'est-à-dire à une variété américaine de notre Hirondelle commune. Par quelle tempête violente ces oiseaux furent-ils chassés si loin de leur pays d'origine? et comment put s'effectuer leur ravitaillement au cours d'un si long voyage? C'est un mystère. Ils ne parurent pas se



Fig. 7. — Un Globicéphale hissé à bord du yacht. (D'après une photographie de M. le Dr Richard.)

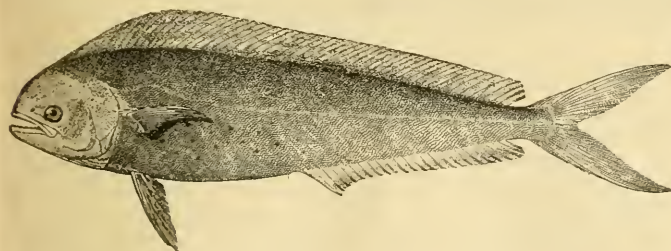


Fig. 8.

Fig. 8. — La Daurade (*Coryphæna hippurus*), jeune mâle. — Les grands mâles de cette espèce mesurent jusqu'à 2 mètres. D'après Goode and Bean, *Oceanic Ichthyology*, avec la permission de M. Alexandre Agassiz.



Fig. 9.

Fig. 9. — Variation, avec l'âge, de la tête de la Daurade. D'après Goode and Bean.)

long. O., à l'endroit où nous vîmes flotter les premières touffes d'Algues.

Six jours plus tard, le 14 août, nous ne fûmes pas médiocrement surpris de voir une Hirondelle voler autour du navire, et le lendemain quatre autres la rejoindrent. Nous étions en pleine région des Sargasses et à 1.400 kilomètres de toute terre.

soucier du petit Crabe des Sargasses, le *Nautilograpsus minutus*, que nos récoltes apportaient chaque jour en assez grand nombre sur le pont du navire. En réalité, les malheureuses souffraient d'une profonde disette, et dans le gésier de la défunte on ne trouva rien, pas même un débris de ces Hémiptères océaniques, connus sous le nom

d'*Halobates*, qui patinent sur l'eau à la manière de nos Hydromètres et qui auraient pu, semble-t-il, fournir quelque aliment aux voyageuses.

Dans ces solitudes infinies, et sur des fonds qui dépassent fréquemment 3.000 mètres, la vie se réduit à son minimum, et ce minimum ne semble pas suffire à la voracité coutumière des Poissons. C'est en vain que l'œil sonde la nappe bleue pour y voir scintiller la tunique écailleuse de ces animaux, et c'est non moins vainement que Costevec, posté dans une chaloupe, surveille ses lignes traînantes amoureusement préparées¹. Après une quinzaine de navigation, des provisions fraîches seraient les bienvenues à bord du navire, mais c'est une ressource

qui paraît bien problématique, et si quelque épave ne se trouve pas sur notre route, avec la flottille de Poissons qu'elle abrite, nous risquons fort de rester sans ravitaillement. La voici enfin, cette épave si longtemps désirée : c'est une longue et forte poutre flottant au milieu des traînées de Sargasses; un canot est mis à la mer, monté par le Prince armé d'un foëne, et conduit par deux

rameurs. Hélas! nos espérances furent à peu près vaines : la poutre était dénudée, sans le revêtement d'*Anatifes* normal, surtout sans accompagnement de gros Poissons; pourtant, elle abritait un certain nombre de *Pagellus*, qui fournirent à la table du bord une assez belle pièce. Quatre jours plus tard, le 16 août, sérieuse revanche nous fut offerte : sous la volumineuse bouée qui servait de point d'attache à une nasse descendue sur le fond, les matelots découvrirent quelques *Daurades* (*Coryphæna hippurus*) (fig. 8), qui s'enfuirent et vinrent tourner autour du bateau quand leur abri fut ramené à bord. Pendant plusieurs heures, ces volumineux Poissons nous permirent d'ad-

mirer leurs teintes magnifiques et leur majestueuse allure; ils venaient souvent près de la surface et alors offraient au pêcheur une proie assez facile. Un coup de foëne bien dirigé atteignit l'un d'eux au milieu du corps, et bientôt la victime frappée livrait ses soubresauts d'agonie sur le pont du navire. Quel poisson magnifique avec ses couleurs dorées très changeantes, et ses nombreuses taches du bleu marin le plus franc! Malgré sa taille assez grande (70 cm. de longueur environ), c'était un jeune qui alla enrichir les collections du laboratoire. Mais il était dit que nous devions connaître plus complètement les qualités zoologiques et culinaires de cette remarquable

espèce. Le 2 septembre, durant des opérations effectuées sur la côte occidentale de Florès, dans les Açores, une épave couverte d'*Anatifes* vint à passer près du navire, donnant abri à quelques *Daurades* plus volumineuses. Deux d'entre elles furent capturées, que nous prîmes d'abord pour des représentants d'une espèce distincte de la première, à cause du grand développement de la tête, qui pro-

longeait le dos en droite ligne et finissait brusquement au-dessus de la bouche; mais il ne fut pas difficile de reconnaître que ce remarquable développement céphalique est le résultat de l'âge (fig. 9). Cette fois, les deux victimes prirent le chemin de la chambre froide, et bientôt nous pûmes apprécier toute la délicatesse de ce rare Poisson, dont la chair est ferme et la saveur très fine.

Mais nous étions alors près des îles, et j'ai hâte de revenir aux immensités lointaines où la faune ichthyologique de surface semble si pauvrement représentée. Les *Exocets*, ou *Poissons volants*, sont les seuls représentants de cette faune qui existent là en quelque abondance, bien plus nombreux toutefois à mesure qu'on se rapproche de Madère. Entre la mer des Sargasses et cette île, ces curieux Poissons se montrèrent en grande abondance, rarement isolés, le plus souvent en troupes popu-



Fig. 10. — Le pesage d'une Tortue marine après sa capture. (D'après une photographie de M. Tinayre).

¹ Plus près des terres, quelques Bonites *Thynnus pelamys* furent ainsi capturées. La Bonite tient à la fois du Thon et du Maquereau; elle a la forme du premier et dépasse le second par la taille.

leuses semblables à celles que forment les Oiseaux. Avec leurs nageoires antérieures, qui atteignent les deux tiers de la longueur du corps et qui sont élargies en ailes, ils parcourent d'assez longs trajets un peu au-dessus de la surface, parfois plusieurs centaines de mètres. Leur vol étant rapide, ils peuvent s'appuyer et rebondir sur l'eau à la manière des cailloux lancés à ricochets, ce qui rend plus longue la traversée aérienne. Ils se dirigent suivant une ligne droite ou arquée, rarement sinieuse, qui ne paraît guère modifiable à leur gré; aussi n'est-il pas rare de les voir tomber sur le navire quand ce dernier, battu par un fort roulis, vient à s'incliner sur leur route. Une aubaine de cette sorte n'est pas à dédaigner, car les Poissons volants ont une chair fort estimable. Les jeunes de ces animaux abondaient en certains points dans la mer des Sargasses, où ils prenaient les teintes mimétiques les plus variées; ils ont une tête énorme, des nageoires fort longues, et, par leurs sauts et leurs plongeon, dépistent allègrement le pêcheur au haveneau; pourtant, nous en pûmes capturer plusieurs qui fournirent à M. Tinayre le motif d'intéressantes et jolies aqua-relles. A mesure qu'on remonte vers le nord, les Poissons volants deviennent plus rares: nous en vîmes de très grands aux Açores, entre Florès et Corvo, de plus petits entre Saô Miguel et Gibraltar, et un seul dans la Méditerranée.

Ces dernières régions, mais surtout les parages des Açores, fournissent au naturaliste l'occasion

d'observer, dans son milieu naturel, la Tortue marine ou *Thalassochelys caretta* (fig. 10). Cet animal peut s'éloigner à plusieurs centaines de kilomètres des côtes; étant retenu à la surface par les besoins de la respiration et ne possédant pas les vastes réservoirs sanguins des Cétacés, il ne saurait plonger longtemps et se tient de préférence sur le flot, où sa large carapace peu saillante le désigne au filet du pêcheur.

La capture est facile: une barque montée par deux hommes se dirige vers le Chélonien, qui tantôt se laisse cueillir immédiatement au haveneau, tantôt plonge pour revenir bientôt à la surface, où il subit le même sort. Le yacht captura deux de ces Tortues, l'une au delà de Saô Miguel, l'autre à 150 kilomètres en deçà; la première fut conservée vivante dans un bac, et se trouva maintenant à l'aquarium de Monaco, où elle tient compagnie à une de ses congénères prise l'année précédente; l'autre vint enrichir la cuisine du bord, où son plastron cartilagineux fournit les éléments d'une soupe exquise. Cette Tortue peut atteindre un poids de 300 kilogs; elle avale gloutonnement les morceaux de viande et les Méduses qu'on lui donne, voire le *Nautilograpsus minutus* ou Crabe des corps flottants, qui, parfois, délaisse les Sargasses et les épaves, pour le gîte et le couvert que lui offre la Tortue, dans la partie la plus reculée de son corps.

E.-L. Bouvier.

Membre de l'Institut.

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

LA VISCOSITÉ

DANS SES RAPPORTS AVEC LA CONSTITUTION CHIMIQUE

Entre la constitution de la matière et ses propriétés, il existe des liens, longtemps méconnus et que chaque jour les progrès de la Physico-Chimie nous révèlent plus nombreux. La connaissance de ces liens exerce une influence considérable sur l'idée que nous nous faisons de la structure des molécules chimiques, et, par conséquent, l'étude de toute constante physique de la matière, si modeste que puisse paraître cette constante, mérite d'être faite.

Parmi les résultats obtenus, à côté de ceux qui sont aujourd'hui classiques, il en est d'autres dont le sort est moins favorisé et qu'il serait utile de soumettre à un nouvel examen. C'est le cas, en particulier, de la viscosité des liquides, dont les rapports avec la constitution chimique sont encore mal connus et qui, néanmoins, dans le cas où

d'autres constantes restaient muettes, a pu fournir des indications utiles.

C'est là ce qui m'a engagé à rassembler en cet article les principaux travaux qui ont été publiés sur la viscosité et à examiner les services qu'elle pourra rendre à la Physico-Chimie.

I. — VISCOSITÉ DES LIQUIDES. — COEFFICIENT DE VISCOSITÉ.

Par définition, les molécules d'un liquide seraient indépendantes les unes des autres. En réalité, cette indépendance absolue n'est qu'une conception idéale, et nous constatons que les divers liquides possèdent des mobilités très diverses, ce qu'on exprime en disant qu'ils ont des *fluidités* ou des *viscosités* différentes. Cette solidarité variable

entre les molécules des divers liquides résulte d'une attraction plus ou moins grande qui s'exerce entre elles et qui peut s'exprimer en fonction de la résistance de frottement à vaincre pour les faire glisser les uns sur les autres. Aussi nomme-t-on indistinctement *coefficient de viscosité* ou de *frottement interne* le nombre résultant de la détermination de cette résistance.

Divers procédés ont été proposés pour mesurer le coefficient : le plus employé consiste à faire circuler le liquide à expérimenter à travers un tube capillaire et à déterminer la diminution de vitesse subie par le filet liquide. Celui-ci est, en effet, soumis à l'action de deux forces antagonistes : la première, soit P , due au poids de la colonne liquide et à la pression qui s'exerce à sa surface supérieure ; la seconde constituée par la résultante des résistances de frottement. Ces dernières trouvent leur explication dans l'hypothèse suivante : Si, par la pensée, on subdivise le filet liquide en un certain nombre de cylindres concentriques s'emboîtant à la façon des tubes d'une lorgnette, ceux-ci vont glisser et frotter les uns sur les autres. Par suite de l'inégalité des surfaces frottantes, les vitesses avec lesquelles ils se déplacent iront en croissant de la périphérie, où l'on considère que la vitesse est nulle, au centre, où elle est maxima. L'intégration de toutes ces résistances élémentaires fournit la résistance des forces de frottement, soit p . La force P a pour effet d'*accélérer* le mouvement du filet liquide ; la composante p le *retarde*.

Si le tube est suffisamment étroit, il s'établit une compensation entre les effets de ces forces antagonistes, et l'écoulement s'effectue avec une vitesse uniforme.

Dans les tubes de diamètres relativement forts, la résultante de frottement est exprimée en fonction de la vitesse et de son carré par la formule suivante, due à Coulomb :

$$P = \varphi AV + BV^2.$$

Dans les tubes suffisamment étroits, elle dépend seulement de la première puissance de la vitesse :

$$P = \varphi AV,$$

et l'on dit alors que l'écoulement est linéaire. Girard¹, puis Poiseuille², à qui l'on doit les premières expériences précises sur la circulation des liquides dans des capillaires, ont montré que l'écoulement est linéaire lorsque le rapport $\frac{l}{R}$ de la longueur du tube à son rayon est supérieur à une

certaine limite α . Dans ce cas, le débit est fourni par l'expression :

$$Q = K \times \frac{HD^4}{L}, \quad (I)$$

dans laquelle Q est le débit en milligrammes par seconde, H la hauteur en millimètres de liquide produisant la charge, L et D la longueur et le diamètre du capillaire en millimètres, K un coefficient dépendant de la *température* et de la *nature* du liquide.

Cette expression ne nous permet pas d'obtenir directement la valeur du coefficient de frottement interne τ d'un liquide. Pour le déterminer, il faut nous adresser à une formule résultant du développement des théories mathématiques de Navier, Mathieu, etc.

D'après ces auteurs, lorsqu'on produit l'écoulement d'un liquide dans un *capillaire infiniment long et étroit*, avec une *différence de charge constante entre deux sections droites*, de telle sorte que la *perte de charge par unité de longueur* soit *proportionnelle à la vitesse*, le débit est représenté par :

$$q = \frac{\pi R^4 C}{8 l \tau} \quad (II)$$

q étant le débit ou volume écoulé durant une seconde, C la charge en dynes par centimètre carré, R et l le rayon et la longueur du capillaire en centimètres, τ le coefficient de viscosité ou de frottement interne.

Les équations I et II nous fournissent toutes deux la valeur du débit, mais exprimée à l'aide d'unités différentes ; si nous les transcrivons dans le même système d'unités et que nous égalions les valeurs des débits devenus identiques, il vient :

$$\frac{K}{\rho} = \frac{\pi \rho q}{1.280 \tau},$$

d'où :

$$\tau = \frac{\pi \rho^2 q}{1.280 \times K},$$

ρ étant la densité du liquide, g l'accélération de la pesanteur, K un coefficient dit de *dépense* dépendant de l'appareil employé et qui nous est fourni par les expériences et la formule de Poiseuille.

Pour un même liquide, les valeurs du coefficient τ — ou, par conséquent, du coefficient K qui lui est proportionnel — sont très variables, suivant les températures auxquelles on opère. C'est ainsi que, lorsqu'on détermine le débit d'écoulement de l'eau à travers un capillaire, on constate qu'il est à 40° le double de ce qu'il serait à 10°. Les relations entre les variations de température t et celles du coefficient τ sont assez fidèlement exprimées par la formule :

$$\tau = \frac{c}{(1 + bt)^n}$$

dans laquelle c , b et n sont des constantes.

¹ GIRARD : *Mém. Institut*, 1813-1816.

² POISEUILLE : *Mém. Sav. Étrang.*, t. IX.

Quant à la nature des parois du tube au travers duquel se fait l'écoulement, il semble, d'après les expériences de Poiseuille et de W. Hetham, qu'elle soit sans importance sur la vitesse d'écoulement, par conséquent sur l'épaisseur de la couche liquide immobile, pourvu que la paroi du tube soit polie. Il ne semble même pas que la constante capillaire intervienne dans le phénomène d'adhérence de la couche liquide, puisque les lois d'écoulement sont les mêmes pour les liquides mouillant la paroi

conséquent, sur les valeurs des coefficients de viscosité et de dépense.

II. — APPAREILS DE MESURE DU COEFFICIENT η .

Un grand nombre d'appareils ont été proposés comme viscosimètres; ils reposent, pour la plupart, sur les mêmes principes; aussi nous contenterons-nous d'indiquer ceux qui ont été le plus fréquemment employés pour les recherches dont nous donnons plus loin les résultats.

Poiseuille faisait écouler un volume donné du liquide en expérience à travers une ampoule munie d'un capillaire noyé au sein du liquide même sur lequel il opérait et provoquait l'écoulement par une pression déterminée.

Ostwald emploie deux ampoules situées à des hauteurs différentes et réunies entre elles par un tube capillaire; il note le temps nécessaire au niveau du liquide pour passer d'un repère supérieur à un repère inférieur.

Récemment, MM. Varenne et Godefroy¹ ont décrit un appareil qu'ils ont nommé *chronostilisque*. C'est un appareil (fig. 1) constitué par un capillaire au travers duquel un volume déterminé de liquide s'écoule sous pression constante; l'obtention de cette dernière condition est réalisée par la présence d'un vase de Mariotte qui surmonte le capillaire et contient le liquide en expérience. On note le temps nécessaire à l'écoulement.

J'ai légèrement modifié cet appareil, en vue d'accroître l'exactitude des lectures et la facilité du réglage, et lui ai donné la forme représentée dans la figure 2.

Ces divers appareils permettent soit de mesurer les coefficients η ou K, soit de comparer entre elles les viscosités de plusieurs liquides.

III. — RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX.

Nous passerons en revue successivement les résultats relatifs aux *liquides purs non mélangés*, puis aux *mélanges liquides et dissolutions*.

§ 1. — Liquides purs (non mélangés).

La viscosité d'un liquide étant mesurée par le frottement des molécules les unes sur les autres, on doit s'attendre à ce que la grosseur et la forme des molécules aient un retentissement notable sur la valeur du coefficient η . Ces prévisions sont confirmées par l'expérience, et un certain nombre d'auteurs, en particulier Graham², Thorpe et Rodger³,

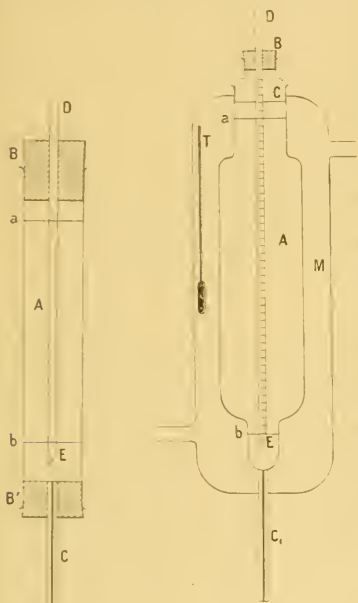


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1. — Appareil de MM. Varenne et Godefroy. — A, réservoir; B et B', bouchons de caoutchouc; C, capillaire; a et b, repères gravés sur le réservoir; BE, tube de rentrée d'air.

Fig. 2. — Appareil modifié par l'auteur. — A, réservoir portant deux étranglements à ses extrémités; sur les étranglements sont gravés les repères a et b; C, bouchon rodé à l'emeri sur la partie supérieure du réservoir A; B, bouchon de caoutchouc traversé par le tube de rentrée d'air BE; ce dernier est divisé par des traits équidistants permettant de repérer exactement sa situation par rapport à a ou à b; C', capillaire soudé directement sur l'extrémité inférieure de A; M, manchon traversé par un courant d'eau à température constante; T, thermomètre.

du tube et ceux qui, comme le mercure, ne la mouillent pas.

Enfin, en opérant l'écoulement d'un liquide conducteur à travers un tube dont les deux extrémités étaient portées d'abord au même potentiel, puis à des potentiels différents, je me suis assuré que l'état électrique du liquide n'a pas d'influence appréciable sur la vitesse d'écoulement et, par

¹ C. R. Ac. Sc., t. CXXXVIII, p. 990.

² GRAHAM: *Philos. Trans.*, 1861.

³ THORPE et RODGER: *Trans.*, 1897, t. LI C. P. L. A.

Pibram et Handl¹, etc., ont reconnu qu'en général, pour les termes successifs d'une même série organique, la viscosité augmente d'une façon régulière en même temps que le poids moléculaire, à la condition que les comparaisons soient faites sur des liquides considérés à des températures également éloignées de leurs points d'ébullition. En outre, à mesure qu'on s'élève davantage dans une série, la différence entre les coefficients des deux termes successifs va en diminuant.

Cette règle est malheureusement en défaut dans un certain nombre de cas; les alcools et les acides, en particulier, y font exception.

La polymérisation, ainsi que je l'ai constaté personnellement, augmente également la viscosité d'une substance dans de très fortes proportions.

En ce qui concerne l'influence de l'isomérisie de position, les auteurs cités plus haut ont été amenés à cette conclusion qu'elle retentit sur la valeur du coefficient η , mais que : tantôt les composés à chaîne linéaire sont plus fluides que leurs isomères à chaînes arborescentes (carbures), tantôt c'est l'inverse qui se produit (éthers). Néanmoins, si on limite la comparaison aux différents termes d'une même série possédant une même fonction, on aboutit à des résultats assez comparables. C'est ainsi que MM. Pibram et Handl, en opérant sur des éthers-sels isomériques, tels que $R.CO^2 - R'$ et $R.CO^2 - R$, ont observé que celui des deux qui a la plus grande viscosité est l'isomère pour lequel le radical alcoolique est doué du plus grand poids moléculaire. Il y a donc une prépondérance d'influence exercée sur l'accroissement de viscosité par le radical alcoolique vis-à-vis de celle du radical acide. Il eût été intéressant d'éclairer ces faits par un rapprochement entre la viscosité relative aux acides RCO^2H et $R'CO^2H$ et aux alcools ROH et $R'OH$, mais, à ma connaissance, cette comparaison n'a pas été faite. Nous ne savons, en effet, que fort peu de chose sur les modifications que subit la viscosité d'une substance lorsqu'on la modifie par une série de substitutions; tout ce qu'on peut dire, c'est que l'accumulation des radicaux OH augmente considérablement cette viscosité.

Nous voyons donc qu'en ce qui concerne les liquides uniques, nous n'aboutissons qu'à des règles particulières s'appliquant aux composés d'une même série et possédant une même fonction, mais que, jusqu'ici, il ne se dégage aucune loi générale permettant de relier entre elles les valeurs des viscosités de substances à fonctions différentes².

§ 2. — Mélanges de liquides et dissolutions.

1. *Cas où le mélange n'est pas accompagné de réaction probable.* — D'une façon générale, le coefficient η d'un mélange de deux liquides ne réagissant pas l'un sur l'autre (par exemple C^2H^6 et CCl^4 , C^2H^5OH et C^2H^6 , etc.) est inférieur à la moyenne arithmétique entre les coefficients propres à chaque liquide considéré séparément. D'après Wagner³, lorsqu'un liquide entre en dissolution dans un autre, son coefficient de viscosité serait non plus celui de ce liquide primitif, mais un coefficient réduit du fait de la raréfaction des molécules, et, si l'on désigne par $\eta_{A,r}$ et $\eta_{B,r}$ les coefficients ainsi réduits de deux liquides, leur mélange aura un coefficient qui sera proportionnel à $(\eta_{A,r} + \eta_{B,r})$. — Comme la différence $\eta_a - \eta_m$ entre le coefficient calculé et le coefficient trouvé est d'autant plus grande qu'on opère à température plus basse, certains auteurs ont voulu voir dans ce fait la preuve d'une combinaison partielle entre les constituants du mélange⁴, hypothèse peu vraisemblable, comme nous le verrons plus loin.

2. *Cas où la substance dissoute se modifie.* — *A priori*, on est en droit de supposer que toute modification atteignant la molécule d'un liquide ou d'une substance dissoute doit avoir pour résultat d'en modifier plus ou moins la viscosité. De fait, il n'en est pas toujours ainsi. J'ai été, par exemple, très surpris de constater que la valeur du coefficient η d'une solution de glucose reste la même, qu'on la détermine sur une solution fraîchement préparée et possédant, par conséquent, un faible pouvoir rotatoire, ou sur une solution ayant atteint son pouvoir rotatoire, stationnaire, ce qui prouve que la tautomérisation du glucose et son passage de la forme α à la forme β n'a pas d'influence sur la valeur du coefficient de viscosité de ce sucre dissous. Le phénomène de l'interversion ou de l'hydrolyse, qui fait pourtant subir de profondes modifications à la grosseur, à la fonction et à la structure des molécules des polyoses et des glucosides, n'a pas non plus de retentissement sur la viscosité de leurs dissolutions. J'ai observé le fait avec des solutions de saccharose et d'amgdaline.

Dans d'autres cas, au contraire, et il est vrai de dire que ce sont les plus nombreux qui aient été signalés, la formation de combinaisons entre le solvant et le corps dissous est accompagnée de variations brusques dans la valeur du coefficient de viscosité.

cette vitesse paraissait indépendante de la densité et des autres constantes physiques du gaz, ainsi que de ses propriétés chimiques.

¹ WAGNER : *Zeit. phys. Chem.*, 1903, t. XLVI, p. 867.

² DUNSTON : *J. Ch. Soc.*, 1904, p. 847.

¹ PIBRAM et HANDL : *Wien. Akad.*, 1881.

² GRAHAM, à propos de la viscosité des gaz, déduite de ce qu'il nommait leur vitesse de transpiration, c'est-à-dire de leur vitesse d'écoulement à travers des tubes capillaires, était arrivé à des résultats analogues et avait constaté que

Graham¹ l'a, en particulier, montré pour un certain nombre d'acides, dont les solutions aqueuses possèdent des maxima de viscosité pour des compositions correspondant à celles d'hydrates définis tels que AzO^{II} , 3H^{O} ; SO^{II} , H^{O} ; $\text{CH}^{\text{II}}\text{CO}^{\text{II}}$, H^{O} ; HCO^{II} , 3 ou 4 H^{O} ; HCl , 12H^{O} , etc. Mais, chose curieuse, dans aucun des cas étudiés par lui, Graham n'a constaté pour un même acide l'existence de plus d'un hydrate décelable au viscosimètre. Surpris de ce fait, j'ai repris la question à propos de SO^{II} , dont on a isolé plusieurs hydrates, et, pas plus que Graham, je n'ai pu trouver dans la courbe de viscosité des mélanges de cet acide et d'eau d'autre point singulier que celui correspondant à $\text{SO}^{\text{II}} + \text{H}^{\text{O}}$.

M. D'Arcy², ayant signalé la disparition du point singulier au-dessus de 65° , et Vijkander³, ayant attiré l'attention sur ce fait que les maxima de viscosité des solutions acides se déplacent lorsque varie la température, on serait tenté de supposer que les hydrates sulfuriques supérieurs à SO^{II} , H^{O} sont dissociés à la température ordinaire et n'existent qu'aux basses températures. Mais on ne s'expliquerait pas alors pourquoi, lorsqu'on mélange 1 molécule de SO^{II} et 2 molécules d' H^{O} , on observe pour ces proportions un maximum de contraction si ce mélange ne donne pas lieu à une combinaison. Traube⁴ a, du reste, fait remarquer, à propos de plusieurs acides, que les maxima de viscosité de leurs solutions aqueuses ne correspondent pas le plus souvent aux maxima de contraction, et que la coïncidence des deux maxima à une même température est un accident fortuit.

Les solutions aqueuses d'alcools présentent aussi pour certaines concentrations des maxima de viscosité. Ceux-ci sont également déplaçables par élévation ou abaissement de la température, et ce n'est qu'à des températures déterminées que les proportions pour lesquelles les mélanges ont une viscosité maximum sont celles que nécessite l'existence d'hydrates définis. Au contraire, la situation des maxima de contraction des solutions aqueuses d'alcools est indépendante de la température.

Mais, tandis qu'avec les solutions aqueuses d'acides on n'observe jamais qu'un seul maximum dans la courbe de viscosité, il n'en est plus de même pour celles des alcools, des cétones, des alcools cétoniques, etc. Ainsi, MM. Varenne et Godefroy⁵ ont montré que la courbe des viscosités de l'alcool éthylique en solution dans des quantités

croissantes d'eau présente quatre maxima correspondant à quatre hydrates, dont plusieurs déjà avaient été signalés; de même pour l'alcool méthylique.

Nous reviendrons un peu plus loin sur ces divers résultats.

3. *Cas des dissolutions salines.* — Ces dissolutions sont tantôt plus fluides, tantôt moins fluides que l'eau. Leur étude n'a pas permis d'aboutir jusqu'ici à une loi rattachant la viscosité d'une solution saline à la nature du sel qu'elle contient. Si l'on fait varier leurs concentrations, on obtient une courbe sans points singuliers et analogue à celles que fournissent par mélanges de liquides sans réactions réciproques.

Pour certaines solutions salines, la viscosité semblerait néanmoins varier dans le même sens que la conductibilité électrique. Mais rien de bien net ne résulte des rares travaux effectués sur ce point.

Quant à la formation de combinaisons complexes et de sels doubles au sein d'une solution, elle peut être accusée par la courbe de viscosité de cette solution. Blanchard⁶ l'a montré, en opérant sur des solutions métalliques qu'il additionnait de quantités croissantes d'ammoniaque et en faisant intervenir un terme de correction pour rendre comparables les résultats obtenus à des concentrations différentes. Il a constaté que, dans les cas où des combinaisons complexes peuvent se produire entre le sel et la base, l'addition de celle-ci diminue la viscosité tant que l'alcali est utilisé à la formation du complexe, mais qu'une fois celui-ci totalement constitué, toute nouvelle addition d'ammoniaque accroît la viscosité de la solution.

En résumé, dans les cas où les mélanges ou les solutions sont accompagnés de phénomènes chimiques, la viscosité du mélange *peut changer brusquement, mais ne change pas fatalement.*

IV. — CONCLUSIONS.

De cet exposé rapide de la question, il résulte que, dans l'état actuel de la science, les rapports existant entre la constitution de la matière et sa viscosité nous échappent presque totalement. Le seul cas où l'étude de la viscosité ait donné des résultats pratiques est celui des hydrates difficiles à déceler par d'autres méthodes. Mais nous avons vu que, même dans ce cas, la viscosimétrie est un procédé souvent infidèle.

Il y a lieu de se demander si la stérilité du problème qui nous occupe ne proviendrait pas de la

¹ GRAHAM : *Loc. cit.*

² D'ARCY : *Phil. Mag.*, 5^e s., t. XXVIII, p. 221.

³ VIJANDER : *Wied. Beih.*, 1879, p. 83.

⁴ TRAUBE : *Deutsch. Gesell.*, t. XIX, p. 871.

⁵ VARENNE & GODEFROY : *Loc. cit.*

⁶ BLANCHARD : *J. Am. Chem.*, t. XXVI, p. 1435.

façon dont il a été envisagé. C'est le point de vue que nous allons aborder et par lequel nous terminerons.

Tout d'abord, le principe sur lequel repose la détermination des coefficients de viscosité est-il inattaquable? Les divers auteurs qui ont essayé d'établir mathématiquement les lois de circulation des liquides dans des capillaires sont partis d'hypothèses diverses: Pour les uns, le fillet liquide glisse, à la façon d'une baguette solide, dans une gaine de liqui le adhérent; celle-ci aurait une épaisseur variable suivant la nature du liquide, et peut-être aussi son épaisseur dépendrait-elle de la nature de la paroi du tube. Pour d'autres, c'est la théorie de l'emboîtement de tubes concentriques, dont nous avons parlé plus haut, qui prévaut. En un mot, on n'est pas définitivement fixé sur la façon dont se produit l'écoulement. Cette constatation conduit à se demander si ce qu'on mesure, à l'aide des capillaires, est bien le coefficient de frottement interne des liquides. C'est là un point qui ne me paraît pas suffisamment démontré.

J'ajouterais que, même en supposant correct le principe de la méthode de mesure, son application manque d'uniformité. Certains expérimentateurs laissent les liquides s'écouler sous leur propre poids, d'autres sous une pression constante au cours d'une même expérience, mais indéterminée et variant d'une expérience à l'autre; d'autres, comme Poiseuille, opèrent sous une pression constante et uniforme, mais produisant une accélération variable d'une expérience à une autre, parce que cette pression agit sur des masses variables représentées par des volumes égaux de liquides de densités différentes, etc.

Nous constatons, en outre, qu'à part quelques exceptions, les comparaisons des viscosités des diverses substances à comparer n'ont pas été faites sur des substances prises à des températures correspondantes et à un même état d'agrégation moléculaire. Or, les substances susceptibles d'association ou de polymérisation, telles que les alcools, acides, etc., sont précisément celles qui présentent une viscosité considérable par rapport à celle des composés à molécules non associées, tels que les éthers-oxydes et la plupart des hydrocarbures. — Il serait donc nécessaire de reviser les expériences déjà faites, de les recommencer sur des substances prises à des températures convenables, et de n'admettre les coefficients obtenus qu'après avoir reconnu, par la méthode des volumes moléculaires, que les substances à comparer sont au même degré d'association.

A la notion d'état variable d'association moléculaire se rattache également, à mon avis, un autre point touchant les anomalies que présentent les

résultats obtenus à propos de la viscosité des mélanges. — Par exemple, il est étonnant, ainsi qu'on l'a dit plus haut, de voir que les divers hydrates alcooliques, peu stables, soient décelables au viscosimètre, alors que les hydrates sulfuriques supérieurs à SO_2H^2 , H^2O , beaucoup plus stables, ne le sont pas. — Il est donc permis de se demander si l'apparition d'un point singulier dans la courbe de viscosité des solutions aqueuses des alcools et des acides est bien la conséquence immédiate et nécessaire de la production d'un hydrate et si elle ne serait pas plutôt un résultat indirect et non fatal. Ainsi il est très possible que, lorsqu'un hydrate se forme, l'état d'association de la substance qui s'hydrate soit modifié et que ce soit seulement cette modification d'agrégation qui se traduise au viscosimètre. Dans cette hypothèse, il y aurait donc des cas (SO_2H^2) où, au moment de la formation du premier hydrate, l'état d'agrégation serait modifié au maximum; l'apparition d'hydrates supérieurs ne pourrait plus alors apporter de nouvelle modification à l'état d'association et, de ce fait, aucune perturbation consécutive ne se produirait dans la courbe de viscosité. Dans d'autres cas, au contraire (alcools), la modification d'agrégation se produirait par étapes successives et, chaque fois, à propos d'un nouvel hydrate formé; ce serait alors cette série de manifestations d'associations moléculaires qu'enregistrerait la courbe de viscosité.

Enfin, pour terminer, je voudrais dire un mot d'une erreur de méthode dont sont entachées bon nombre d'expériences sur la viscosité. Lorsqu'on a voulu comparer entre elles les viscosités de plusieurs liquides ou de diverses solutions, on a opéré sur des volumes égaux de liquides, et l'on a déterminé le temps qui leur était nécessaire pour traverser un même capillaire. Or, la viscosité est une propriété moléculaire, et, par conséquent, les seules comparaisons ayant une signification sont celles qui ont été effectuées sur des masses liquides contenant un même nombre de molécules.

C'est également pour avoir perdu de vue la cause de la viscosité que certains auteurs ont méconnu le véritable sens des résultats fournis par les expériences effectuées sur des mélanges de liquides non susceptibles de combinaison entre eux. Ainsi, lorsque deux liquides A et B sont mélangés, en chaque point du mélange nous aurons à considérer l'attraction exercée par une molécule A sur une autre molécule A, l'attraction d'une molécule B sur une autre molécule B, et enfin l'attraction entre une molécule A et une molécule B. Comme l'attraction des molécules est représentée par la viscosité, rien de surprenant que le coefficient d'un mélange soit différent de la moyenne arithmétique entre

les coefficients propres à A et B, et point n'est besoin de faire intervenir l'hypothèse de combinaisons partielles.

Dans le cas où A et B se combinent pour fournir d'autres substances C, D, etc., qui viennent augmenter l'hétérogénéité des surfaces flottantes, il y aurait lieu d'établir mathématiquement quelles doivent être les variations du coefficient des mélanges dans lesquels la teneur de A va en croissant au fur et à mesure que celle de B diminue.

En résumé, nous voyons que le problème qui

consiste à trouver les rapports existant entre la viscosité et la constitution chimique de la matière est actuellement un problème mal posé. De nouvelles recherches, réclamant la collaboration des Mathématiciens, de la Physique et de la Chimie, sont nécessaires en vue de préciser les conditions dans lesquelles il peut être résolu.

André Kling,

Docteur ès sciences,
Chef de travaux adjoint à l'Ecole de Physique
et de Chimie de la Ville de Paris.

REVUE ANNUELLE D'ASTRONOMIE

Les découvertes dans toutes les branches de la Science se succèdent avec une si grande rapidité, les moyens d'action mis en jeu sont tellement divers et les ouvriers si nombreux, qu'il paraît difficile, dans une revue annuelle, même astronomique, de dresser le bilan des découvertes d'une année; un volumineux recueil n'y suffirait pas.

A vrai dire aussi, les faits nouveaux, ou considérés comme tels, à part quelques exceptions, ne sauraient, pour les initiés, se réclamer d'un acte de naissance bien authentique, à date précise.

Les solutions des problèmes variés que se sont posés les générations antérieures, pour définitives qu'elles nous paraissent à l'heure présente, doivent subir l'épreuve de la critique du temps, et bon nombre d'entre elles, nous devons l'avouer, seront appelées, à notre insu, à recevoir d'importantes modifications. Chaque théorie, d'ailleurs, est le fruit de longues et minutieuses recherches; sa mise au point exige une somme d'efforts considérables, répartis le plus souvent sur un grand nombre d'années. Là encore, comme en d'autres circonstances, l'esprit évolue lentement, suivant des lois qu'il est intéressant d'étudier. Dans cet assaut vers la vérité entrevue, les sciences se prêtent un mutuel concours et leurs efforts réunis sont à peine suffisants pour mener à bien la solution de problèmes souvent très complexes.

Toutefois, à l'instar des pionniers lancés à la recherche de terres inconnues, il est bon de jalonner la route et de marquer les étapes parcourues : ces haltes permises n'auraient-elles d'autre avantage que de montrer plus clairement le but à atteindre et, par la même, d'assurer une orientation plus précise à nos travaux, qu'elles nous apporteraient plus d'un secours précieux.

Telles sont les idées générales qui nous guideront dans cette revue annuelle d'Astronomie pour 1905.

I. — FIXATION DE LA PARALLAXE SOLAIRE.

Nous commencerons par donner les premiers résultats de l'importante campagne entreprise depuis 1900 pour la fixation définitive de la distance de la Terre au Soleil.

L'évaluation précise de cette distance constitue, on le sait, le problème capital de toute l'Astronomie moderne. Est-il besoin de rappeler que cette distance sert à l'astronome d'unité de mesure? Si bien qu'une erreur dans son évaluation se transmet dans toutes les directions, affectant aussi bien les distances qui nous séparent des planètes de notre propre système que celles des astres les plus voisins, ou celles des étoiles composant les plages étincelantes de la Voie Lactée.

Il n'est pas jusqu'au calcul des masses qui ne soit affecté par cette évaluation : la quantité de matière contenue dans un corps céleste est déterminée effectivement à l'aide de la distance, d'après les immortelles lois de Newton, et comme la distance entre généralement dans les équations à la troisième puissance, la moindre erreur de l'unité linéaire vient troubler les résultats d'une quantité très forte.

Cette quantité fondamentale, mieux connue, nous permettrait aussi une évaluation plus certaine et plus précise du moment de tel ou tel phénomène astronomique.

Ces quelques considérations suffiront pour justifier l'opinion du grand astronome Airy, qui soutenait que la fixation de la distance de la Terre au Soleil est « le plus important problème astronomique »¹. Mais c'est aussi l'un des plus difficiles, car les quantités qui entrent dans les données sont si faibles que leur détermination exacte réclame toutes les ressources de la science moderne.

¹ *Astr. : Monthly Notices*, vol. XVII, p. 210.

La solution du problème repose entièrement sur la détermination de la parallaxe solaire. Toute l'histoire de l'Astronomie est liée à la solution de ce problème, en apparence inabordable. On sait par quelles méthodes, toutes indirectes, les astronomes ont essayé de résoudre la question.

Après les essais infructueux de détermination au moyen de quelques parallaxes planétaires, on aborda le problème à l'aide des méthodes gravitationnelles, et ce n'est pas un des moindres titres de gloire de l'illustre Leverrier que d'avoir montré le parti qu'on pourrait tirer, dans ce genre de recherches, des perturbations séculaires apportées par la Terre aux mouvements de Vénus et de Mars.

Leverrier avait une telle confiance en cette méthode qu'il la considérait comme seule digne de valeur; à ce point qu'il refusa de vérifier les opérations faites lors du passage de Vénus en 1874. D'après lui, tous les autres moyens n'étaient que travaux dépensés en pure perte.

Il n'est pas douteux que la méthode des perturbations soit d'une valeur incontestable et qu'elle constitue vraiment la « méthode de l'avenir », car, selon Leverrier lui-même, « elle diffère de toutes les autres en ce qu'elle a le temps pour elle¹ », puisque l'effet de la Terre sur la révolution des nœuds et la position des apsides des orbites voisines s'accumule avec les années; et ainsi la détermination de la masse de la Terre par rapport à celle du Soleil se précise de plus en plus. Les générations futures seront donc seules appelées à bénéficier des résultats.

L'échec obtenu lors des récents passages de Vénus et les résultats contradictoires des discussions photographiques ne semblaient guère nu encourager pour les astronomes lancés dans cette voie. On se rappelle qu'après le passage de 1874, le Professeur Harkness jugeait que l'incertitude sur la distance du Soleil à la Terre s'élevait à 2.536.000 kilomètres², alors que, pen d'années auparavant, Proctor l'avait estimée, d'après les derniers travaux, à une valeur beaucoup moindre, soit 2.329.000 kilomètres³.

On fut plus heureux en employant les petites planètes, et, tour à tour, Flora, Iris, Junon et Victoria servirent à la détermination de la parallaxe.

Les observations de Victoria n'avaient pas occupé moins de 21 observatoires pendant quatre mois, et le résultat final, publié par Gill en 1897, annonçait une parallaxe de 87,802, valeur trop différente de celles qu'on admettait dans diverses publications officielles pour être acceptée sans conteste. Le résultat obtenu contenait, cependant, une précieuse

indication; il concordait assez bien avec les mesures déduites des observations de Mars à l'aide de la méthode diurne des parallaxes. Malheureusement, Mars, la plus proche des planètes, offre un disque très appréciable et se prête mal à des pointés rigoureux. On comprend donc l'enthousiasme qui salua la découverte d'Eros, ce monde lilliputien placé entre Mars et la Terre.

A son plus grand voisinage de la Terre, Eros s'approche à moins de 21 millions de kilomètres, tandis que Mars, dans les mêmes circonstances, reste encore à 56 millions et Vénus à 40 millions.

On comprend mieux par ces nombres la valeur et la portée de la trouvaille de M. Witt.

La planète mesure tout au plus 30 kilomètres de diamètre, si bien que, dans les plus grands instruments, elle n'apparaît que comme un petit point brillant sans disque appréciable; on peut donc obtenir la position d'Eros avec une extrême exactitude.

Dès la découverte d'Eros, sous l'initiative de M. Loewy, directeur de l'Observatoire de Paris, on décida à la Conférence internationale de Paris, en 1900, qu'on n'attendrait pas les oppositions beaucoup plus favorables de 1910 et 1917, mais qu'on profiterait immédiatement des avantages offerts par la situation très proche de la planète pour essayer une détermination nouvelle de la parallaxe solaire.

Il est bon de rappeler les débuts de cette importante campagne. A la réception des circulaires demandant une collaboration, 47 observatoires répondirent à l'appel. On calcula la trajectoire de la planète, et une liste de plus de 700 étoiles placées près de cette trajectoire fut dressée afin d'avoir des étoiles de repères; 13 observatoires se mirent à l'œuvre pour déterminer leur position.

Les déterminations de la planète furent faites soit photographiquement, soit au micromètre à la lunette. Les résultats obtenus à la fin de 1903 étaient déjà prodigieux. Voici comment, dans son Rapport annuel pour 1903, paru à la fin de l'année dernière, M. Loewy résumait les travaux d'ensemble à cette époque :

« Nous sommes parvenus, disait-il, à terminer la mesure et la réduction de la masse énorme de documents se rapportant à la campagne internationale de 1900-1901 concernant la parallaxe du Soleil. Tous ces résultats figureront en grande partie dans la onzième circulaire, dont l'impression est en cours d'exécution. L'Observatoire de Paris était particulièrement tenu, dans cette circonstance, à s'acquitter sans délai des engagements contractés dans la Conférence internationale de 1900 et à fournir à l'œuvre commune la contribution la plus efficace. L'inspection du tableau, qui, dans cet ordre d'idées, résume notre activité, permettra au Conseil de juger que nous ne sommes pas restés au-dessous de notre tâche :

« 1.661 observations méridiennes pour déterminer les

¹ *Monthly Notices*, vol. XXXV, p. 401.

² *Am. Jour. of Sc.*, vol. XX, p. 393.

³ *Transits of Venus*, p. 89 (1^{re} édition).

positions des étoiles de repère destinées à faire connaître les coordonnées célestes qui correspondent aux images stellaires contenues dans les clichés :

« 10,858 observations photographiques des étoiles de comparaison, des étoiles de repère et d'étoiles voisines de la trajectoire d'Eros ;

« 281 positions équatoriales de la planète obtenues à l'aide des clichés ;

« 281 mesures micrométriques réalisées à l'aide des équatoriaux à vision directe.

« Le vaste ensemble des positions de la planète Eros émanant des divers observatoires associés, et obtenues soit par des mesures micrométriques directes, soit par l'emploi de la méthode photographique, où, dans les deux cas, les astronomes se sont efforcés d'atteindre le plus haut degré d'exactitude, fournira une occasion exceptionnelle de se rendre compte de la valeur relative de ces deux modes d'opérations.

« Il me semble de toute opportunité de fournir quelques renseignements sur l'état d'avancement de cette importante entreprise internationale, car on n'a pas cessé d'émettre des doutes sur la possibilité de faire paraître, dans un délai admissible, toute cette quantité énorme de documents accumulés par un si grand nombre de collaborateurs. L'histoire de la science dans le passé semblait bien, en effet, autoriser des inquiétudes à ce sujet. Je suis heureux de pouvoir dissiper ces craintes et d'affirmer que l'apparition de la onzième circulaire va encore apporter un nouveau contingent considérable de matériaux homogènes et susceptibles d'être immédiatement utilisés sans qu'on soit contraint de se livrer à ces longs et fastidieux travaux préliminaires, toujours nécessaires autrefois pour rendre comparables les diverses données. Une seule publication supplémentaire suffira probablement pour mettre à la disposition des savants la presque totalité des travaux effectués dans cette mémorable entreprise, qui a si bien mis encore une fois en lumière l'esprit de solidarité qui, depuis plus d'un siècle, anime les astronomes de tous les pays¹. »

Ainsi que l'annonçait M. Lewy, la onzième circulaire est maintenant parue ; elle forme un volume in-4° de plus de 400 pages. La première était de 6 pages, la cinquième de 14 ; la septième de 67 pages ; la neuvième de 200, et la dixième ne comprend pas moins de 220 pages, plus un appendice de 98 pages de table.

On peut le dire sans injustice pour personne, c'est M. Lewy qui a assumé la responsabilité de cette tâche gigantesque, et qui a donné à cette œuvre tout son crédit. Nous ne devons pas oublier non plus que c'est l'Académie des Sciences de Paris qui supporte les frais considérables de cette publication.

Et, maintenant, quels seront les résultats ?

Il serait téméraire de donner des conclusions définitives sur la valeur de la parallaxe solaire. Il faut attendre les réductions de toutes les observations ; mais, d'ores et déjà, on peut faire quelques prévisions sur les chiffres qu'on obtiendra.

On a déjà commencé la réduction d'un certain nombre de photographies. C'est ainsi que M. Wilson, de Northfield Observatory, a déjà publié les

résultats qu'il a obtenus, d'après les mesures prises sur 67 clichés posés pendant la période de l'automne et de l'hiver 1900-1901².

« La seule conclusion que nous puissions tirer de cet examen, dit-il, est que la parallaxe solaire est très voisine de 8",80 et probablement comprise entre 8",80 et 8",81. Il ne serait pas convenable, cependant, de tirer une solution rigoureuse de ces seules données, car il est nécessaire de réunir une masse d'observations beaucoup plus grande, afin d'éliminer plus complètement les erreurs accidentelles. »

M. Hinks, de Cambridge Observatory, a publié, dans les *Monthly Notices* de la *British Royal Astronomical Society*, les résultats d'une réduction des mesures de 295 photographies d'Eros fournies par neuf observatoires. Il a obtenu comme valeur de la parallaxe solaire $8",7966 \pm 0",0047$, ce qui donnerait, dans le cas d'une erreur positive, $8",8013$.

De toutes façons, les deux valeurs diffèrent peu l'une de l'autre. Il est aussi intéressant de noter que ces résultats concordent très bien avec ceux obtenus par le Dr Weinberg, comme moyenne de toutes les observations depuis 1825 : $8",804 \pm 0",00243$, ainsi qu'avec ceux obtenus par le Dr Gill au Cap de Bonne-Espérance, d'après les mesures héliométriques des astéroïdes Victoria et Sapho en 1889.

Il est donc assez facile de calculer entre quelles limites est comprise la distance du Soleil à la Terre.

En supposant que 8",80 est la vraie parallaxe et que 6.377 kilomètres est la valeur du rayon équatorial de la Terre, la distance du Soleil est donnée par la proportion suivante :

$$d : 6.377 :: 1 : 8,80 \sin 1''.$$

Le calcul donne pour valeur de d : 149.471.000 kilomètres. En adoptant un rayon de 6.378 kilomètres, d'après Clarke, on aurait 149.494.000 kilomètres.

Si la parallaxe atteignait 8",81, la distance serait diminuée de 170.000 kilomètres. Il y a donc encore une incertitude de 90.000 kilomètres au maximum sur la véritable distance, et cette incertitude sera réduite de moitié lorsque nous aurons le résultat final des observations d'Eros faites pendant la campagne 1900-1901. La distance du Soleil à la

Terre sera connue à moins de $\frac{1}{3000}$ près. C'est un résultat digne des efforts tentés dans cette gigantesque entreprise et la meilleure réponse que puisse faire M. Lewy à ceux qui avaient douté du succès³.

¹ *Popular Astronomy*, 1901, mars.

² *Rapport annuel sur l'état de l'Observatoire de Paris pour 1903*, par M. Lewy, directeur de l'Observatoire de Paris, p. 10.

³ *The Observatory*, sept. 1903. — *Monthly Notices*, juin 1904.

⁴ Il ne sera pas sans intérêt de donner ici les valeurs en

pour indiquer que le Soleil, loin d'être à sa période de condensation finale, est entouré d'une matière nébulaire répartie en anneaux probablement météoritiques, formant des couches à densité alternativement forte et faible.

Tous ces phénomènes solaires seraient le résultat de deux forces contraires actuellement en jeu : l'une, répulsive, s'exerçant suivant la loi de Maxwell-Bartoli et que nous commençons à connaître, surtout depuis les expériences de Lebedew¹ et les travaux plus récents de MM. E. F. Nichols et G. Hull² : c'est la pression de radiation ; l'autre, attractive, qui n'a jamais cessé d'exister depuis la formation d'un noyau d'attraction au centre de la nébuleuse solaire.

Cette force, qu'on a trop négligée depuis quelque temps, nous donnera probablement l'explication du processus de la condensation solaire. On ne saurait sans elle expliquer la loi particulière de rotation du Soleil, variable aux différentes latitudes heliocentriques, ainsi que la formation de toute une catégorie de protubérances appelées quiescentes et qui paraissent prendre naissance dans les parties élevées de l'enveloppe chromosphérique.

Ces vues synthétiques éclairent d'un jour nouveau les faits constatés récemment à la suite de l'enregistrement continu des troubles solaires. Nous en donnerons quelques exemples. On sait qu'en isolant, à l'aide du spectrohéliographe, une raie déterminée du spectre, il devient possible de se rendre un compte exact de la distribution des matériaux à des niveaux différents au-dessus de la photosphère. Un examen des photographies ainsi obtenues a montré qu'au-dessus de la couche visible, limitant le disque solaire, s'étend une enveloppe formée de gaz dont la sélection s'opère d'elle-même, suivant les hauteurs. La structure de ces enveloppes se rapproche des granulations photosphériques, sortes de nuages analogues aux cirrus de notre atmosphère et qui ont été étudiés avec tant de succès tout dernièrement par M. Hansky, de l'observatoire de Poulkova³. Il a été possible, par exemple, de rechercher la distribution des nuages de calcium auxquels le Dr Hale a donné le nom de *flucules*. On a constaté que ces derniers deviennent de plus en plus nombreux à mesure qu'on approche des régions équatoriales, — là où probablement la condensation et l'échauffement sont plus considérables. L'analyse montre en même temps que chaque tache est toujours accompagnée, suivant une ligne un peu oblique par rapport à la verticale,

de violentes perturbations occupant des niveaux plus élevés, et de floccules situés à l'arrière des taches, sans que les floccules soient nécessairement précédés de ces dernières. Les taches sont donc des phénomènes accessoires des grandes perturbations, et, en fait, la durée d'une tache n'est qu'un court intervalle dans la vie d'un floccule⁴. Il devient dès lors vraisemblable que le secret des principaux troubles des enveloppes solaires doit être cherché, non au-dessous, mais au-dessus de la photosphère, les perturbations pénétrant la chromosphère et l'enveloppe sous-jacente à la façon d'un soc de charrue dans un terrain meuble.

J'avais déjà émis l'hypothèse, il y a quelques années, que les taches proviennent de perturbations de ce genre, à la suite d'études continues de leur constitution physique⁵, et les faits nouveaux que nous venons de citer, comme les constatations que j'ai pu faire lors de la présence des taches anormales de 1905⁶, me paraissent non seulement une preuve de cette interprétation, mais aussi une indication précieuse pour la distribution des variations de pression à la surface photosphérique.

La considération des anneaux météoritiques se condensant à la surface solaire est aussi la seule qui explique merveilleusement le fait très-fréquent des protubérances antipodales et celui de la variation systématique du niveau de la photosphère dans les basses latitudes heliocentriques.

Ce dernier fait, déjà mis en lumière, il y a une trentaine d'années, par le P. Rosa⁷, ne saurait plus être mis en doute depuis les études récentes de Charles Lane Poor sur la figure du Soleil⁸.

Les quelques exemples cités montrent quel vaste champ reste ouvert aux chercheurs, sans sortir du domaine de la Physique solaire.

Pour éviter la répétition des mêmes études dans les différents observatoires, il était vraiment nécessaire de subdiviser la tâche, et c'est certainement l'idée qui a guidé les promoteurs de la récente réunion internationale d'Oxford.

A vrai dire, ce premier Congrès des recherches solaires n'a pu qu'ébaucher quelques essais de coopération des observatoires pour un petit nombre d'observations solaires.

Trois questions principales ont surtout attiré son attention :

1° La détermination des repères fondamentaux pour la mesure des longueurs d'onde par l'emploi d'un appareil dû à MM. Perot et Fabry ;

2° La mesure de l'intensité du rayonnement

¹ *Annalen der Physik*, t. VI, p. 43-48, 1871. — *Sonnen Report*, 1872, p. 177-178.

² *Astrophysical Journal*, t. I, XVII, n° 1, 1896.

³ *Abhandlungen der Stern-Haupt-observatorien zu Pulkowa*, 1900, n° 6.

⁴ *Nature*, 1891, p. 100.

⁵ TH. MOREUX, 1° *Problèmes de physique*, t. 2, p. 100-101, 1892. — *C. R.*, 25 février 1893.

⁶ *Séances de l'Association internationale d'astronomie*, t. II, p. 226-227, 1905. — *Comptes rendus*, 187.

⁷ *Astrophysical Journal*, t. I, XVII, n° 2, 1896.

solaire en différentes régions du globe et à diverses altitudes à l'aide du pyrhéliomètre d'Ångström;

3° L'étude aussi continue que possible du Soleil et de ses dépendances.

En résumé, cette première réunion d'Oxford a simplement posé les principales questions sans les résoudre; elle a servi surtout à rapprocher les membres présents, qui ont appris à se connaître, à s'apprécier, et cette colabitation, bien que très courte, a suffi à faire disparaître certaines divergences qui existaient entre quelques-uns d'entre eux. C'est ainsi que MM. Hale et Deslandres, qui avaient autrefois beaucoup discuté sur ce sujet, sont arrivés à s'entendre à peu près sur tous les points.

Dans les deux années qui vont suivre, un premier essai de coopération sera tenté dans les diverses séries de recherches mentionnées ci-dessus; en 1907, lors de la réunion à Meudon, lorsque les questions seront plus avancées, et l'expérience de chacun plus grande, il sera possible de poser des règles précises, acceptées par tous.

En réalité, le Congrès qui aura lieu en France dans deux ans sera le plus important et le premier qui verra la réalisation de l'entente et de la coopération internationales, si désirables, si utiles, dans le cas particulier du Soleil.

C'est, en effet, par l'étude ininterrompue du Soleil que l'on arrivera à connaître les lois qui régissent son activité variable et à discerner les causes de l'action certaine du Soleil sur le magnétisme et la météorologie terrestres.

Nous touchons là l'un des points les plus importants de la Physique solaire et, pour l'apprécier à sa juste valeur, il nous faut reprendre la question d'un peu plus haut.

Depuis longtemps, on se doutait que la réaction des changements solaires sur la Terre n'était pas aussi limitée qu'on se l'était imaginé. Cette idée des anciens astronomes ne prit corps définitivement dans la science qu'après les travaux du Dr Stone, de l'Observatoire royal du Cap, de Piazzi Smith (Observatoire d'Édimbourg) et ceux de quelques autres, vers les années 1870-1871. De son côté, le Dr Meldrum, directeur de l'Observatoire de l'île Maurice (devenu depuis le Royal Alfred Observatory), apportait la plus sérieuse contribution à cette étude. Il avait remarqué, pendant de longues années, que le nombre des épaves apportées par la mer dans le port de Maurice et provenant des naufrages, ainsi que le nombre des cyclones observés dans l'Océan Indien, étaient liés au nombre des taches du Soleil, à tel point que la statistique des uns permettait de déterminer la quantité de ces derniers phénomènes¹.

Il est vrai que le Dr Meldrum était, pour ainsi dire, aux premières places pour étudier ce rapport de la Météorologie terrestre avec la variation solaire, car l'île Maurice est située dans les régions tropicales, et c'est là, sans contredit, que les influences solaires sont le moins troublées.

Poëy, presque à la même époque, faisait des recherches sur l'état cyclonique dans les Indes occidentales et trouvait que le plus grand nombre des années de maxima des orages tombe toujours de six mois à deux ans au plus après les années de maxima des taches. Sur 12 maxima d'orages, 10 coïncident avec des périodes de maxima de taches; sur 5 minima d'orages, 3 coïncident avec des minima de taches. On voit donc que les résultats sont généraux pour les Indes orientales et occidentales².

En 1874, M. Lockyer découvrait un cycle de pluie correspondant à la période undécennale des taches solaires, dans la région de Ceylan³.

L'étude de la condensation pluvieuse à Port-Louis, Brisbane et Adélaïde conduisit le Dr Meldrum à des conclusions analogues.

En 1873, l'idée du rapport possible entre les changements solaires et magnétiques prit tellement d'importance, que le Département magnétique et météorologique du Royal Observatory, à Greenwich, établi depuis 1838, reçut une annexe importante. Un photohéliographe fut installé pour continuer l'enregistrement photographique quotidien de la surface du Soleil, commencé à Kew en 1865.

Dans la même année, W. Köppen trouva que la température maximum arrive dans les années de minima des taches, et *vice versa*, les années qui ont beaucoup de taches étant des années froides. Il est vrai que la variation est très faible, puisque son amplitude n'atteint pas un degré centigrade⁴.

Depuis cette époque, les observations spectroscopiques des changements solaires ont prouvé que le Soleil était plus chaud quand il y a le plus de taches, détruisant ainsi la vieille idée que les taches agissent comme des écrans et réduisent la radiation.

Le résultat semblait paradoxal, mais Blanford fit remarquer qu'il y avait là un phénomène très explicable en faisant intervenir l'évaporation.

En outre, les conclusions de Köppen ne sont valables que pour la zone tropicale; partout ailleurs, quoi qu'on en ait dit, la courbe des températures ne suit pas la courbe renversée des

¹ C. R., 24 nov. 1873, p. 1222.

² LOCKYER : *Solar Physics*, 1875, p. 425.

³ W. KÖPPEN : « Ueber mehrjährige Perioden der Witterung », *Zeitschrift f. Meteorologie*, Bd. VIII, 1873, p. 241-248 et 257-263.

⁴ *Nature*, 1872, vol. VI, p. 357.

taches. Parfois même, ainsi que l'a montré récemment M. Flammarion, le directeur de l'Observatoire de Juvisy, et pendant de longues périodes, les deux courbes offrent la même allure¹.

D'une façon générale, si la chaleur dépasse une très grande quantité provenant d'une suractivité solaire, l'évaporation anormale produira dans les régions équatoriales une température un peu plus basse (0,32 d'après Köppen); par contre, les régions polaires auront *probablement* une température plus élevée².

Dans les latitudes intermédiaires, le phénomène devient plus complexe, et il faudra certainement de nombreuses observations pour établir une loi.

Malgré de grandes difficultés, la question progresse très sûrement. Les travaux de M. Chambers en 1875 et en 1878 ont établi que, dans certaines régions tropicales déterminées, il y a une étroite relation entre les variations des taches, de la pression barométrique et de la pluie; comme, d'autre part, les famines dans les Indes sont toujours amenées par le manque d'eau, il faut ajouter celles-ci à la liste des phénomènes connexes.

Il faudrait citer encore les études du Dr Blanford (1880) sur les relations entre le climat russe et le climat indo-malaisien; celles de M. N. Lockyer sur la spectroscopie des taches et la chimie du Soleil (1879-1886); de M. Gonzalez, directeur de l'Observatoire de Bogota; les beaux travaux de M. Savelief sur la constante solaire et ceux, plus récents, de Langley, montrant que la radiation solaire est essentiellement variable; ceux de M. Flammarion en 1895 et 1896; mes propres recherches sur le mécanisme des taches et leurs effets (1880 à 1900), pour donner une idée de l'état de la question à l'heure actuelle. Nous nous contenterons, en terminant, de dire un mot des derniers travaux relatifs aux pluies.

La série des études spectroscopiques entreprises sur le Soleil par M. Lockyer confirma cette vue, qu'à la fluctuation undécennale de l'activité solaire vient s'en ajouter une seconde, beaucoup plus longue et voisine de trente-trois ans.

D'autre part, les études de Brückner, purement statistiques, avaient mis en évidence un cycle météorologique de trente-cinq ans environ. L'accord entre les deux périodes était assez satisfaisant pour qu'on prit la peine d'examiner la question de plus près.

En fait, les travaux du Dr Meldrum, ceux de MM. Blanford et N. Lockyer ont montré que la courbe des pluies dans le monde entier offre une oscillation cyclique remarquable, les maxima étant éloignés d'environ trente-trois ans et chacun d'eux

arrivant peu d'années après un grand maximum de taches.

Me servant des nombres de M. Renou, du Bureau central, j'ai pu établir l'année dernière qu'une conclusion analogue doit s'imposer pour le climat parisien depuis 1800³.

Le grand maximum d'activité solaire ayant eu lieu en 1905, il faudrait, d'après ces données, s'attendre à une période de pluies qui aurait elle-même son maximum vers 1912 ou 1913. Nous sommes donc en possession d'un véritable cycle météorologique très important, découvert par le Dr Meldrum, et analogue sur beaucoup de points à la période du saros pour les éclipses. « Les Anciens ignoraient la raison du saros comme nous ignorions nous-mêmes, à l'époque où parlait le Dr Meldrum, les rapports entre le Soleil et la Terre⁴. »

Nous sommes aujourd'hui un peu plus avancés; évidemment le rapport existe, mais quelle est sa vraie nature?

« Pour la découvrir, disait M. Lockyer, il nous faut obtenir une connaissance exacte des courants solaires et, en même temps, une connaissance non moins exacte des courants terrestres. La première demande les efforts réunis de la Photographie et de l'Analyse spectrale; la seconde exige l'emploi de la Météorologie comme science physique, et non comme une simple collection des statistiques de la température. Quand ces deux conditions seront réalisées — et, en dépit de certains météorologistes qui s'efforcent de faire le contraire, elles le seront bientôt — nous aurons une science de la *Météorologie* placée sur une base solide — la *Météorologie de l'Avenir*⁵. »

De toutes parts on se met à l'œuvre, et des observatoires de Physique solaire se sont créés depuis quelques années. Qu'il nous suffise de citer l'Observatoire de South Kensington, si habilement dirigé par M. N. Lockyer, celui de Tortosa, créé par le P. Cirera, et différents observatoires américains dont le plus important, dans quelques mois, sera sans contredit celui du Mont Wilson.

On peut donc espérer de voir aboutir bientôt à des résultats éminemment pratiques l'œuvre entreprise par le Congrès international des recherches solaires, dont la prochaine réunion doit avoir lieu à Meudon en 1907.

III. — CHRONOMÉTRIE.

Il ne semblera pas déplacé d'aborder ici les progrès réalisés récemment dans un ordre d'idées

¹ TH. MOREUX : *Introduction à la météorologie de l'avenir* (Thomas, Paris, 1904).

² LOCKYER : *Solar Physics*, p. 425.

³ LOCKYER : *Solar Physics*, 1874.

⁴ BULL. Soc. Astr. Fr., 1898, p. 250.

⁵ KÖPPEN : *Op. j. cit.*

appartenant à ce qu'on a coutume d'appeler, mais à tort selon nous, les à-côté de la science astronomique : nous voulons parler de la Chronométrie.

Depuis les premières observations, on s'est, en effet, rendu compte que la plupart de nos mesures astronomiques se ramènent en dernière analyse à l'appréciation d'un intervalle de temps. Les deux déterminations sont tellement connexes qu'on n'a jamais cessé de chercher à augmenter la précision avec laquelle nous mesurons cette dernière quantité. La localisation exacte de l'instant où se passe un phénomène a fait, dans ces dernières années, de tels progrès que nous avons cru devoir y consacrer un chapitre de cette revue annuelle ; à n'en pas douter, les plus importants sont dus à l'application des aciers au nickel aux horloges et aux chronomètres.

Rappelons que les deux principaux éléments perturbateurs du mouvement des horloges sont les variations de la température et celles de la densité du milieu ambiant.

On élimine cette dernière cause de variation dans la mesure du possible, soit par une compensation appropriée, soit en enfermant les horloges dans une enveloppe hermétique. Quant à l'action de la température, les deux seules méthodes classiques qui parvenaient à la corriger étaient celle du pendule à gril et celle du pendule à mercure.

Il ne semblait même pas que de grands progrès pussent encore être réalisés dans cette voie, lorsque la découverte, par M. Ch.-Ed. Guillaume, des alliages très peu dilatables de fer et de nickel¹, a ouvert une voie toute nouvelle au problème de la compensation des horloges. Grâce à l'emploi de ces alliages, la question a été amenée à son maximum de simplicité. Une lentille posée sur un écrou vissé à une tige d'*invar*² en fait tous les frais.

Les trois principaux avantages de cette nouvelle combinaison sont : 1° l'économie ; 2° la facilité de transport ; 3° la précision. Je n'insisterai pas sur le premier avantage, qui est évident.

La transportabilité résulte de la simplicité et de la robustesse du mécanisme, ou plutôt de l'absence de tout mécanisme susceptible de dérangement.

On peut maintenant pincer le pendule et la lentille dans des cales de bois, transporter l'horloge, la fixer en un autre lieu, libérer le pendule et remettre l'horloge en marche. Ainsi que l'indique M. Guillaume, d'après les expériences de M. Blumbach, de la Chambre centrale des Poids et Mesures de Russie, une horloge bien faite, ainsi traitée, prend, au bout de très peu d'heures, son allure de régime³. Cet important résultat a permis d'em-

ployer, dans les meilleures conditions possibles, des horloges de grande perfection pour les études de la gravité au moyen du pendule⁴.

Quant à la précision, elle résulte de la dilatabilité très faible des pièces qui concourent à la compensation, et qui assurent celle-ci très suffisamment, même lorsqu'il existe du haut en bas de la cage de l'horloge des différences de température appréciables.

Un perfectionnement d'une tout autre nature a été apporté également par M. Guillaume à la compensation des chronomètres. Pour en faire comprendre toute la valeur, une courte digression sera nécessaire.

On sait que la variation de marche des montres avec la température est due en presque totalité aux changements du module d'élasticité du spiral ; mais ce que l'on ignore généralement, c'est que ces changements sont tels que, si l'on n'y apportait remède, une montre très bien construite offrirait des variations de 12 secondes environ par degré centigrade et par vingt-quatre heures.

On a appris, depuis plus d'un siècle, à annuler approximativement l'effet de ces changements, en les compensant à l'aide de la variation du moment d'inertie du balancier, constitué dans ce cas par deux lames circulaires bimétalliques fixées aux extrémités d'un même bras diamétral.

Mais, en raison de la forme de la fonction suivant laquelle se produit la variation d'élasticité du spiral et la dilatation des métaux (généralement acier et laiton) qui constituent la bilame, la compensation n'est pas complète, en ce sens qu'un chronomètre qui possède la même marche à deux températures déterminées ne la retrouve à aucune autre.

L'horloger anglais Dent découvrit, en effet, en 1833, que les écarts aux températures moyennes sont de l'ordre de 2 secondes par jour pour un chronomètre réglé à 0° et à 30°.

La correction de cette erreur a beaucoup préoccupé les horlogers, et un grand nombre de mécanismes ont été imaginés en vue de l'atténuer. Bien que ces mécanismes soient coûteux, et sujets à des dérangements, ils se sont beaucoup répandus en raison de l'importance que l'on attache à donner aux chronomètres une compensation uniforme.

Reprenant la question et s'aidant de la théorie de Yvon-Villareau, M. Guillaume a montré comment on pourrait, par une combinaison particulière de l'acier-nickel et du laiton, donner au balancier une fonction compensatrice qui fût pratiquement de même forme que la fonction perturbatrice du spiral.

¹ CH.-ED. GUILLAUME : *Recherches sur le nickel et ses alliages* (Gauthier-Villars, 1898).

² Acier à 36 % de nickel, à très faible dilatation.

³ CH.-ED. GUILLAUME, directeur-adjoint du Bureau intern.

des P. et M. : *Les applications des aciers au nickel*, p. 130 (Gauthier-Villars, Paris, 1904).

⁴ CH.-ED. GUILLAUME : *Op. j. cit.*, p. 163.

L'essai aussitôt tenté par deux des plus habiles horlogers suisses, MM. Nardin et Paul Ditisheim, conduisit immédiatement à des résultats de compensation tellement supérieurs aux anciens qu'il ne peut subsister aucun doute sur l'efficacité de ce nouveau procédé de compensation¹.

Le nouveau balancier se répand de plus en plus, et la tête des concours de Hambourg, de Kew, de Besançon et de Neuchâtel a été régulièrement tenue, depuis plusieurs années, par des chronomètres qui en étaient munis. A Besançon, à Genève, à Greenwich et à Washington, ce balancier a enregistré récemment les mêmes succès.

Ajoutons que les perfectionnements successifs apportés au chronomètre de marine en ont fait un instrument d'une extrême précision. Un tel chronomètre sera donc très précieux désormais aux astronomes, non seulement en voyage, mais dans toutes les circonstances où ils ne pourraient assurer à une horloge astronomique les conditions de stabilité indispensables à une marche régulière. Tel est le cas, par exemple, dans les pays sujets aux séismes. C'est ainsi que les astronomes japonais, auxquels l'emploi des horloges est interdit, en raison du peu de stabilité de leurs îles, ont pu trouver, dans les chronomètres construits en ces dernières années, une précision qui suffit amplement à leurs observations.

Le perfectionnement du balancier a permis aussi de reprendre dans ces dernières années, avec un succès inespéré, la détermination des positions géographiques par le transport des garde-temps. La précision qu'il est possible d'obtenir par ce procédé a été mise bien nettement en évidence par M. Paul Ditisheim, de la Chaux-de-Fonds, qui a transporté à deux reprises différentes des chronomètres de petit format, de Neuchâtel à Paris, aller et retour, et a obtenu, en comparant les observations faites à Paris par M. Bigourdan et à Neuchâtel par M. Arndt, relatives à la différence de longitude Paris-Neuchâtel, des valeurs dont la concordance semble indiquer que la détermination en question a pu être effectuée avec une précision de l'ordre du dixième de seconde de temps.

Le résultat concorde, d'ailleurs, avec la valeur compensée dans l'ensemble du réseau européen beaucoup mieux que ne le fait la détermination télégraphique exécutée autrefois entre Paris et Neuchâtel, détermination qui a toujours été considérée, il est vrai, comme peu exacte².

On pouvait cependant faire une objection à la méthode : c'est que son emploi exigerait de faire passer les chronomètres pendant le transport à des altitudes très variables; comment alors les instru-

ments se comporteraient-ils? Cette question importante a donc amené naturellement à un nouvel examen de l'action des pressions sur le mouvement du balancier.

Des mesures exécutées par M. P. Ditisheim, et dont M. Guillaume a établi la théorie, ont montré que la marche d'un chronomètre retarde d'autant plus que la pression augmente davantage. Ce retard est dû à l'entraînement de l'air, qui accroît le moment d'inertie du balancier. Il est un peu diminué par le défaut d'isochronisme, que l'on règle, en général, de manière à donner un peu d'avance aux petits arcs. Mais, dans une pièce bien construite, le retard est toujours prépondérant. Ce fait avait été contesté, et il était très utile de le mettre définitivement en lumière.

Les progrès réalisés dans la marche des chronomètres munis du balancier à acier-nickel ont déjà rendu plus pratique l'enregistrement chronographique employé dans les observatoires. Depuis quelques années, on se servait, en effet, de pendules de précision fort coûteuses pour ouvrir et fermer à chaque seconde un courant électrique dont les interruptions étaient enregistrées sur une surface de papier se déroulant d'un mouvement continu. Le moment précis d'un phénomène vu à la lunette, le passage d'une étoile par exemple, pouvait donc, grâce à un nouvel interrupteur manié par l'astronome, s'inscrire sur la même bande en regard de l'enregistrement continu des secondes. Les constructeurs se sont ingénies récemment à simplifier les appareils, et nous devons signaler dans cet ordre d'idées le chronographe enregistreur de M. P. Ditisheim, qui réunit, dans une seule boîte facilement transportable, l'appareil chronographique à mouvement continu des observatoires et le chronomètre à contact électrique avec sa batterie commandant l'enregistreur des secondes.

Le papier est entraîné, comme dans le télégraphe Morse, par un mouvement d'horlogerie dont la marche est très exactement réglée par le régulateur à lame vibrante de Hipp. M. Ditisheim peut donner au déroulement de la bande une vitesse telle que chaque seconde est comptée par un trait d'une longueur de plusieurs centimètres. Une autre plume enregistre un deuxième trait au-dessous du premier; les ressauts obtenus sur ce second trait, et qui sont insérés à la volonté de l'opérateur, viennent ainsi prendre place dans une partie bien déterminée d'un intervalle connu, une seconde par exemple; la détermination du passage d'une étoile devient donc une opération presque automatique, ne nécessitant plus un long apprentissage et des instruments coûteux.

C'est un chronographe de ce genre que nous

¹ Ch. Ed. GUILLAUME : *H.*, p. 136.

² *C. R.*, 25 avril 1904.

avons emporté à Sfax et qui nous a servi dans l'appréciation des contacts lors de l'éclipse du 30 août : et nous devons dire que le transport de ce remarquable instrument n'a aucunement nui à la précision des observations.

Malgré tous ces perfectionnements, les chronographes à main ne parviennent pas à éliminer l'équation personnelle. C'est pour se soustraire à cet inconvénient que différents observatoires ont essayé des procédés nouveaux d'enregistrement des passages d'une façon directe et sur une plaque photographique. Nous en signalerons deux qui méritent d'attirer l'attention.

Le premier est le **photochronographe inventé par le P. Fargis**, de l'Observatoire de Georgetown. Le réticule de l'oculaire est remplacé par une lame de verre sur laquelle on a gravé un trait coïncidant avec la méridienne de la lunette : derrière ce réticule simplifié, on met une plaque photographique. En interceptant à intervalles réguliers, au moyen d'une languette de métal, les rayons de l'étoile, on obtiendra sur la plaque une série d'images s'échelonnant à des distances égales. En outre, des interruptions plus longues peuvent supprimer une image toutes les deux secondes par exemple. Le passage terminé, une lampe électrique allumée devant l'objectif de la lunette donne sur la plaque l'image de la ligne méridienne. Si l'on sait le temps exact du commencement de l'inscription, il est facile de déterminer le temps du passage à un dixième de seconde près, les interruptions étant données par un électro-aimant relié à un chronomètre. Cette application du photochronographe a réalisé tout ce qu'on en avait espéré. On a pu déterminer ainsi les ascensions droites d'un grand nombre d'étoiles : le perfectionnement du photochronographe a permis des déterminations très exactes de latitudes, des mesures concernant les étoiles doubles, et les planètes, etc...¹

Il est permis de supposer que l'application de cet instrument aux chronomètres portatifs en facilitera grandement l'emploi dans un avenir peu éloigné.

Le second appareil, dont nous avons à dire quelques mots, réalise des progrès plus considérables encore. Il a été construit par M. Gautier sur les indications de M. Lippmann, qui en a proposé récemment le dispositif. Les essais ont été faits à l'Observatoire de Paris par MM. Jean Mascart et W. Ebert, sous la direction de M. Léwy, et les premiers résultats donnent pleine confiance dans cet instrument nouveau, qui porte le nom de :

Lunette méridienne photographique pour la détermination des ascensions droites.

Le principe en a été exposé cette année à l'Académie des Sciences, dans la séance du 13 mai ; voici en quoi il consiste :

« Imaginons un collimateur orienté dans le plan du méridien et, devant lui, un miroir cylindrique dont les génératrices sont normales au plan du méridien. Au lieu d'un point lumineux, il sera préférable de mettre, au foyer du collimateur, une fente verticale fournissant plus de lumière : l'appareil étant réglé, les rayons réfléchis par le miroir vont constituer une nappe plane qui projette la fente sur la sphère céleste suivant un grand cercle lumineux qui sera le cercle de référence.

« Il suffit alors d'adjoindre, pour l'observation, une lunette visuelle ou photographique, dont l'objectif reçoit et la nappe plane formée des rayons réfléchis par le miroir et, en même temps, la lumière des étoiles : cet objectif est assez large pour n'être que peu masqué par le miroir cylindrique de petite dimension. Les étoiles forment donc leurs images dans le plan focal : dans le même plan, les rayons de la nappe lumineuse produite par le miroir cylindrique forment une ligne fixe qui servira de référence, ligne qui n'est autre chose que l'image du grand cercle découpé dans la sphère céleste par le plan de référence. Dans l'instrument en question, la lunette réceptrice, par un dispositif plus pratique, est constituée par un objectif renvoyant les rayons lumineux vers l'oculaire par l'intermédiaire d'un miroir à 45 degrés.

« L'instrument de l'Observatoire de Paris est disposé pour la photographie : il suffit alors de diriger vers le ciel une lunette photographique, montée équatorialement, et dont l'objectif reçoit la lumière des étoiles en même temps que celle qui provient du miroir. D'autre part, le collimateur à fente est muni d'un obturateur instantané, déclenché toutes les minutes par un mouvement d'horlogerie ; ainsi le résultat de l'opération est un cliché, document graphique qu'il reste à utiliser. Le cliché porte les images de nombreuses étoiles, ainsi que des traits noirs qui sont, toutes les minutes, les photographies de la ligne de référence : les distances des disques stellaires par rapport à ces lignes, mesurées au moyen de la machine micrométrique, permettent d'en conclure les ascensions droites des étoiles, tandis qu'à l'aide des images des étoiles fondamentales les clichés fournissent l'état de la pendule. Si, au contraire, on ne désire que la marche de la pendule, et non son état absolu, on la peut déduire avec une grande précision de divers clichés du même groupe stellaire.

Les méthodes et formules de réduction sont les mêmes que pour les observations visuelles ; mais, ici, les documents réunis en quelques minutes sont beaucoup plus nombreux et il n'y a pas à craindre l'intervention des erreurs personnelles : le temps de pose n'est pas élevé. Au point de vue astronomique, si l'on veut déterminer par la photographie les coordonnées des astres, on est obligé de reporter sur les clichés les objets faibles à des étoiles de repère, puis, par des observations visuelles, de rapporter ces étoiles de repère aux fondamentales : il faut donc combiner trois instruments, lunette photographique, lunette à réticule et horloge, qui, actuellement, sont indépendants ou reliés physiologiquement par l'observateur. Avec la méthode photographique directe que nous occupons, les trois instruments dont il faut connaître les indications simultanées sont automatiquement reliés entre eux et constituent un seul appareil, tandis que, par là même, disparaissent les erreurs personnelles et de réduction des clichés ; grâce au réseau des images de la ligne de référence, les faibles objets sont rapportés directement aux fondamentales.

Le champ d'exploration sur le ciel de l'instrument est considérable : 180 degrés, théoriquement, avec un demi-cylindre comme miroir ; les réglages sont faciles

¹ *Photographic Transits of the Stars*, B. H. L. W. A., Washington.

à vérifier; les organes sensibles sont immobiles, garantie de stabilité, évitant les flexions et déviations d'une lunette mobile sur coussinets; l'enregistrement des angles est direct, sans avoir à passer par les temps. Le rendement, enfin, est bien supérieur à celui des observations visuelles.

Dans l'instrument que M. Lowy avait fait installer, l'objectif avait 16 centimètres de diamètre, permettant l'observation des étoiles de onzième grandeur; le champ était d'environ 2 degrés 1/2 carrés; la pose de douze minutes peut, dans de bonnes conditions, photographier les étoiles de neuvième grandeur¹.

IV. — NOUVEAUX SATELLITES DES PLANÈTES.

Passons maintenant à la découverte des nouveaux satellites, qui est bien, à proprement parler, le fait le plus sensationnel de l'année astronomique 1905².

Depuis la découverte du neuvième satellite de Saturne, en 1898, par M. W. H. Pickering, le cortège entourant cette planète s'est enrichi cette année, grâce à cet astronome, d'un dixième membre, qui a pris place au septième rang à l'intérieur du système, entre Titan et Hypérion. Presque en même temps, la découverte de deux autres astéroïdes par le Prof. Perrine, en portant de 5 à 7 le nombre des satellites de Jupiter, augmentait de plus de six fois l'étendue de son système.

Les découvertes récentes portent à 7 le nombre des satellites nouveaux observés dans le système solaire pendant les trente dernières années, et il est intéressant de constater tout d'abord qu'elles ont coïncidé avec l'emploi de méthodes nouvelles ou de nouveaux instruments.

En parlant de Jupiter et de Saturne, M. Faye écrivait, dans son *Origine du monde*, une phrase grosse de conséquences : « Si l'on vient à découvrir un satellite à l'une de ces planètes, on peut être sûr qu'il circulera autour d'elle dans le sens de la rotation de celle-ci »³.

La découverte du mouvement rétrograde des quatre satellites d'Uranus et de l'unique satellite

de Neptune avait déjà porté un coup violent à l'échafaudage mal assis de la nébuleuse de Laplace⁴; la constatation du mouvement du neuvième satellite de Saturne, tournant en sens inverse de ses compagnons, anéantit d'un seul coup les théories de Faye en leur infligeant un cruel démenti.

Phorbé tourne, en effet, sur une orbite faiblement inclinée par rapport au plan de l'écliptique, mais dans le sens rétrograde. Quant à Thémis, le dixième satellite de Saturne, et aux deux satellites de Jupiter récemment découverts, pour n'être pas animés d'un mouvement rétrograde, ils n'en offrent pas moins d'autres particularités très remarquables, bien faites pour déconcerter les adeptes de l'hypothèse de Laplace et de ses dérivées : ou les inclinaisons des nouveaux satellites sont considérables (39° et 31°), ou leurs excentricités sont très prononcées.

En présence d'aussi importantes singularités, déjouant à première vue les cosmogonies classiques, l'imagination eut beau jeu et on ressuscita les vieilles théories de la capture. C'était une façon singulière d'é luder la question et, ainsi que nous allons le montrer, de s'en tirer à trop bon compte.

Déjà Laplace, dans son *Exposition du Système du Monde*, avait été arrêté un instant par les orbites déconcertantes des comètes. Ces astres vagabonds, comme on avait « accoutumé » de les appeler, présentent une particularité curieuse : alors que, dans le système solaire, les planètes circulent toutes dans le sens direct, les comètes semblent faire exception à cette loi, puisque bon nombre d'entre elles sont animées d'un mouvement rétrograde.

Cette singulière façon de se comporter semblait bien un peu embarrassante, mais un stratagème fut imaginé pour expliquer le fait. On déclara net que, si les astres chevelus n'avaient pas tous un mouvement direct, c'était qu'en réalité ils avaient été captés par le Soleil au hasard des rencontres dans leur course à travers l'infini. Leurs orbites, calculées seulement sur une faible portion d'arc, s'accommodaient assez bien de la nature parabolique ou hyperbolique. Les comètes fuyardes animées de grandes vitesses subissaient à peine

¹ C. R., 1^{er} mai 1905.

² On sait que M. Perrine, de l'Observatoire Lick, a découvert un sixième satellite de Jupiter en décembre 1904, et un septième en janvier 1905. Le dixième satellite de Saturne a été découvert par M. W. H. Pickering, en juin 1905.

³ FAYE : *Sur l'origine du monde*, p. 155. Gauthier-Villars, Paris, 1889. Dans l'édition de 1896, p. 162 M. Faye a modifié ainsi la relation de ce passage, mais le sens reste le même : « De même et par la même raison, les satellites qui entourent une planète se meuvent dans le sens de la rotation de celle-ci. On a dans ces derniers temps découvert un huitième satellite à Saturne, un cinquième satellite à Jupiter, deux satellites à Mars; ils circulent autour de leur planète dans le sens où leur planète tourne elle-même. De même, les satellites d'Uranus et le satellite de Neptune circulent dans le sens de la rotation de leur planète. On moud, tout d'abord à le faire penser. Voilà des caractères certains. Il serait superflu d'appliquer ou le calcul des probabilités ou la théorie qui indique et chaque découverte nouvelle les confirme ».

⁴ On lit, dans l'*Introduction à la théorie des probabilités*, de Laplace, p. LXXX : « Ces mouvements rotation directs des planètes et des satellites connus à cette époque forment, avec ceux de révolution, un ensemble de quarante-trois mouvements dirigés dans le même sens; or, on trouve par l'analyse des probabilités qu'il y a plus de quatre milliards à parier contre un que cette disposition n'est pas l'effet du hasard ce qui forme une probabilité bien supérieure à celle des événements historiques sur les premiers siècles, met tout en doute. Nous devons croire qu'il n'y a pas là une simple coïncidence, qu'une cause particulière dirige les mouvements planétaires, surtout si nous considérons que l'inclinaison d'un plus grand nombre de ces satellites par rapport au plan solaire est fort petite ».

l'attraction solaire et, libérées bientôt de cette dernière, elles pouvaient reprendre leur course sans fin; quant à celles qu'une vitesse trop lente vouait à l'emprisonnement perpétuel, leurs orbites se transformaient en ellipses plus ou moins allongées et, gardées comme otages, elles devenaient comètes périodiques.

Ces hypothèses prévalurent jusqu'en ces dernières années et ce ne fut pas la première fois qu'on vit les savants plier les faits à leurs exigences sous l'empire d'une idée préconçue: l'Astronomie nous en fournirait plus d'un exemple.

Sans se préoccuper des théories cosmogoniques reçues, dont le propre devrait être de fournir une explication des faits, M. Fabry résolut de traiter la question en détail, et les conclusions de sa thèse peuvent se résumer ainsi: « Si le Soleil est en mouvement dans l'espace, ce mouvement fût-il même faible, et si les comètes nous viennent des espaces interstellaires, ces astres doivent tous décrire des hyperboles¹. » Or, l'hyperbole n'étant pas une courbe fermée, tout corps étranger au système solaire, pénétrant accidentellement dans sa sphère d'action, est destiné à en sortir: la capture est donc impossible. Cette conclusion s'impose d'autant mieux que, loin d'être faible, le mouvement du Soleil dans l'espace, d'après les recherches récentes, atteint près de 16 kilomètres à la seconde.

Il n'y a pas de raison plausible pour qu'on ne puisse appliquer l'argumentation de M. Fabry à la capture des satellites par les grosses planètes. Outre que Jupiter, par exemple, est animé de la translation commune au système solaire, il possède un mouvement propre orbital de 13 kilomètres environ, ce qui rend de même très invraisemblable *a priori* l'hypothèse de la capture.

Mais il est facile de démontrer par des chiffres que cette théorie est loin de donner l'explication des faits.

Soient: v , la vitesse relative, par rapport à une planète, d'une petite masse qui a pénétré accidentellement dans sa sphère d'activité; j , l'accélération communiquée par la planète à la distance r .

Pour que cette masse décrive autour de la planète une courbe fermée, il faut qu'on ait: $v^2 \leq 2jr$. Si le mobile doit devenir un satellite, v^2 ne doit guère dépasser jr ; la valeur de la vitesse, \sqrt{jr} , étant celle qui convient au mouvement circulaire.

Pour le système de Jupiter, les limites d'une vitesse de ce genre sont comprises entre $26^{\text{km}},2$, à hauteur du petit satellite intérieur, et $3^{\text{km}},24$ dans la région des plus éloignés. En admettant que ces derniers aient été capturés, leur vitesse, aux approches de leur orbite actuelle, aurait dû être

voisine de $3^{\text{km}},24$ et, en tout cas, inférieure à $3^{\text{km}},24 \sqrt{2}$, soit: $4^{\text{km}},6$ environ.

D'autre part, une comète venant des espaces interstellaires — ou simplement des confins du système solaire — aurait pris à hauteur de l'orbite de Jupiter, du fait seul de l'attraction solaire, une vitesse égale à celle de la planète multipliée par $\sqrt{2}$, c'est-à-dire $18^{\text{km}},4$ environ. La vitesse minimum que puisse avoir cette comète par rapport à Jupiter répond au cas où le périhélie de la comète (supposée directe) est sur l'orbite de la planète; alors les vitesses se retranchent et la vitesse relative est $18^{\text{km}},4 - 13$ kilomètres, ce qui nous donne le chiffre très faible de $5^{\text{km}},4$. Et cette valeur, déjà sensiblement plus grande que le minimum $4^{\text{km}},6$ requis pour avoir une courbe fermée, doit s'accroître, ne l'oublions pas, aux approches de la planète en vertu de son attraction, qui est loin d'être négligeable. On peut calculer cet accroissement à partir du point où la comète entre dans la sphère d'activité de Jupiter, c'est-à-dire dans la partie de l'espace où l'attraction de Jupiter est prépondérante.

Le rayon de cette sphère est environ le double de celui de l'orbite du dernier satellite, et le calcul montre que la petite masse acquiert, en arrivant à cette dernière distance, une vitesse de $6^{\text{km}},3$, déjà bien supérieure à celle du satellite le plus éloigné ($3^{\text{km}},24$) et plus forte encore que la vitesse minimum $4^{\text{km}},6$ nécessaire pour lui faire décrire une courbe fermée¹.

Si je me suis étendu sur l'hypothèse de la capture, c'est que cette théorie surannée avait tout dernièrement réuni quelques partisans.

Nous pourrions aussi mentionner l'essai malheu-

¹ Désignons par r le rayon de la sphère où l'attraction de Jupiter est prépondérante, et appelons v la vitesse de pénétration dans la sphère ($v = 5 \text{ k. l.}$).

La théorie du mouvement d'un point matériel attiré vers un centre fixe en raison inverse du carré de la distance fournit l'équation:

$$(1) \quad v'^2 - v^2 = 2jr \left(\frac{r}{r'} - 1 \right),$$

v' étant la vitesse gagnée à la distance r' .

Aux distances r et r' les vitesses du mouvement circulaire, u et u' , sont liées par la relation:

$$\frac{u^2}{r} = \frac{u'^2}{r'},$$

et on a: $jr = u^2$;

L'équation (1) devient donc:

$$(2) \quad v'^2 - v^2 = 2u'^2 \left(1 - \frac{r'}{r} \right);$$

or, à la distance du dernier satellite:

$$u' = 3^{\text{km}},24; \quad \frac{r'}{r} = \frac{1}{2},$$

et il vient:

$$v'^2 = v^2 + u'^2 = \frac{5^{\text{km}},4^2}{2} + 3^{\text{km}},24^2, \\ \text{d'où } v' = 6^{\text{km}},3.$$

¹ FABRY: *Etude sur la probabilité des comètes hyperboliques et l'origine des comètes* (Barlatier, Marseille, 1893).

reux tenté par M. Pickering¹, qui supposait que les marées solaires avaient renversé la direction de la rotation de Saturne après la naissance de Phœbé, mais avant celle des satellites intérieurs. Avec une logique digne d'un meilleur sort, le Professeur Pickering annonçait en même temps que tous les satellites très éloignés de leurs primaires posséderaient cette même particularité d'un mouvement rétrograde. La prédiction ne fut pas heureuse; à peine était-elle énoncée qu'on découvrait à Jupiter deux satellites éloignés tournant dans le sens direct.

« On peut cependant difficilement admettre que ce soit par hasard que nous rencontrons le mouvement rétrograde dans les trois familles extérieures du système solaire et dans celles-ci seules. En outre, les mouvements rétrogrades deviennent de plus en plus prononcés à mesure que nous nous éloignons du Soleil². » M. Crommelin, auquel nous empruntons cette judicieuse réflexion, paraît moins heureusement inspiré lorsqu'il ajoute : « Ces faits semblent certainement fournir un bon exemple *a priori* à cette thèse que la rotation de la matière des planètes était primitivement rétrograde et que le Soleil a en quelque sorte renversé le mouvement pour les planètes intérieures. Le mode exact de cette action est encore un mystère, mais je recommande le problème comme un champ très intéressant pour les hypothèses et les recherches. »

M. Crommelin semble ignorer que la particularité dont il parle a été très bien expliquée par le Colonel du Ligonès dans son livre remarquable : *Formation mécanique du Système du Monde*, il y a déjà quelque dix ans³. Quant à l'explication des singularités des nouveaux satellites, je me suis permis de la demander à l'auteur même de l'ouvrage déjà cité, et je résumerai le plus simplement possible la façon dont il a traité le problème.

Parti d'une nébuleuse à peu près ronde, M. le Colonel du Ligonès a montré que, par l'application des seules lois de la Mécanique, la nébuleuse initiale donne naissance à un disque lenticulaire se transformant peu à peu en anneaux concentriques dans lesquels la circulation des molécules était à la fois directe et rétrograde, pour aboutir finalement, par voie de condensation, à des globes planétaires anés sur leur orbite d'un mouvement de translation direct. Quant au sens de rotation, l'auteur prouve qu'il est fonction de la variation de la pesanteur à l'intérieur de la nébuleuse. Au début, la pesanteur est proportionnelle, en effet, à la distance au centre r , et $g = Ar$; mais, à la fin, lorsque le

Soleil est formé et que les planètes tournent dans un milieu à densité presque nulle, la pesanteur suit la loi de Newton ($g = B/r^2$), sans qu'on puisse admettre, avec M. Faye⁴, que, dans l'intervalle, elle suive une sorte de loi mitigée représentée par la fonction simple $g = ar + b/r^2$, a et b étant deux coefficients variant le premier de A à zéro et le second de zéro à B pendant la durée de la condensation⁵.

L'analyse démontre, en effet, que, dans un milieu dont la densité croît de la surface au centre, la pesanteur atteint un maximum avant d'arriver à ce centre⁶. Il en est de même de la vitesse linéaire du mouvement circulaire, $v = \sqrt{gr}$, bien que la valeur maximum de cette dernière soit toujours un peu plus loin du centre que le maximum de la pesanteur. En outre, il est facile de montrer que ces deux maxima sont mobiles et se rapprochent du centre au cours de la condensation. Ainsi, au début, le maximum de vitesse étant à la périphérie, il n'y aura qu'un sens à l'enroulement des amas nébuleux; mais, à mesure que le maximum mobile s'approchera du centre, nous aurons deux couronnes circulaires où l'enroulement aura tendance à s'effectuer en sens contraire.

Les planètes, commencées sous l'influence de la rotation directe, devront donc subir chacune à leur tour l'influence rétrograde, et il en sera de même de leurs satellites; enfin, comme les axes des planètes n'étaient certainement pas perpendiculaires primitivement aux plans de leurs orbites respectifs, inclinés eux-mêmes par rapport au plan équatorial de la nébuleuse, ces axes, en vertu du théorème de la composition des rotations, ont été plus ou moins déviés.

Dans cette hypothèse, ce sont les planètes extérieures, rencontrées de bonne heure par la période rétrograde, qui ont dû subir la plus forte déviation. C'est exactement ce que nous constatons : les inclinaisons des axes diminuent graduellement de Neptune à Jupiter. On ne peut demander un accord plus satisfaisant de la théorie avec l'observation.

Les quelques principes que nous venons d'ex-

¹ FAYE : *Sur l'origine du monde*, p. 273 (Gauthier-Villars, Paris, 1896).

² En général, si la densité varie avec le rayon comme la fonction $F(r)$, la pesanteur à la distance au centre r est donnée par une équation beaucoup plus complexe que celle de Faye. On doit avoir en effet :

$$g = \frac{4\pi}{r^2} \int_0^r F(r) r^2 dr,$$

formule qui n'est encore qu'approchée pour le cas d'un ellipsoïde.

³ L'auteur représente la densité en fonction de la distance au centre par une formule telle que $\rho = Ae^{-mr^2}$, qui se prête facilement aux calculs, et il admet une distance telle que hx entre les matériaux situés dans le disque équatorial de part et d'autre du plan de symétrie; la densité est alors proportionnelle à xe^{-mx^2} .

⁴ W. H. PICKERING : Explication de l'inclinaison des axes planétaires. *Astronomical Journal*, 1902.

⁵ CROMMELIN : Discours présidentiel du 25 octobre 1905. *Journal of the Brit. Astr. Ass.*, t. XVI, p. 5 à 10.

⁶ DU LIGONÈS : *Formation mécanique du système du monde* (Gauthier-Villars, Paris, 1897).

poser nous suffisent maintenant pour comprendre comment, dans un système planétaire, une partie des satellites reste engagée dans le sens direct, alors que d'autres sont entraînés dans le sens rétrograde. Le système de Saturne en offre précisément un exemple. En voici l'explication : au début, l'amas lenticulaire qui devait donner naissance à la planète et aux satellites rapprochés tournait, nous l'avons vu, dans le sens direct. Dans la suite, les matériaux venus du dehors ont dû le solliciter à tourner dans un sens contraire, puisqu'eux-mêmes étaient animés d'un mouvement rétrograde. Une zone neutre intermédiaire s'est donc formée, où les matériaux sollicités dans les deux sens ont constitué un milieu troublé absolument impropre aux mouvements circulaires ; le résultat immédiat a été de précipiter cette zone neutre sur la zone intérieure à mouvement direct. De là un mouvement de compression de la zone interne, qui a provoqué un très grand vide entre cette région et la zone extérieure à mouvement nettement rétrograde. Les neuf premiers satellites de Saturne se meuvent, en effet, à

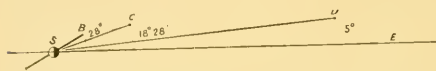


Fig. 1. — *Saturne et ses satellites.* — S, Saturne ; SE, plan de l'écliptique ; AB, plan des anneaux et des orbites des sept premiers satellites ($28^{\circ}11'$ à $28^{\circ}40'$) ; SC, plan de l'orbite du 8^e satellite ($18^{\circ}28'$) ; SD, plan de l'orbite du 9^e satellite (5°).

l'intérieur d'une sphère dont le rayon ne dépasse pas 60 fois celui de la planète, alors que Phœbé, l'unique satellite rétrograde, circule à une distance moyenne de 215 rayons (fig. 1).

L'influence rétrograde survenue au cours de la formation du système se traduit encore par une inclinaison croissante, par rapport à l'écliptique, du plan de circulation des satellites, à partir du plus éloigné, Phœbé (5°), jusqu'au septième, Hypérior (28°). Entre ce dernier (qui n'est éloigné que de 25 rayons) et la planète, tous les satellites — à l'exception de Thémis, le minuscule récemment découvert — tournent à peu près dans le plan des anneaux. Quant à l'ensemble des satellites, ils constituent comme autant de jalons laissés par l'équateur du globe sur le chemin qu'il a parcouru.

Le mouvement de Thémis, dans un plan incliné de plus de 39° sur l'écliptique, demande une explication spéciale.

D'après la théorie du Colonel du Ligondès, il existe dans la formation des lentilles planétaires deux phases successives. La seconde est caractérisée par une recrudescence du nombre des matériaux susceptibles de s'agglomérer le long des orbites circulaires. Si cette phase, successive elle-même dans toute l'étendue de la nébu-

leuse solaire, arrive à hauteur d'un anneau avant que celui-ci soit déjà condensé en une lentille unique, les matériaux surajoutés ne font que prendre rang parmi les autres sans en altérer sensiblement la figure. Mais, si la lentille planétaire est déjà formée, et même en partie condensée, lorsque les nouveaux amas viennent se présenter sur sa route, elle ne peut que les recueillir au passage, les *capturer* suivant l'expression admise. Comme, en outre, ces amas viennent pour la plupart de directions fortement inclinées sur le plan dans lequel se meut le système en formation, ils s'accrochent obliquement à lui. Tel est le cas de Thémis et celui des deux nouveaux satellites de Jupiter. Tout porte à croire que ce ne sont pas les seuls astéroïdes ainsi capturés par la grosse planète.

L'existence de ces satellites confirme l'hypothèse de M. du Ligondès, qui admet que Jupiter est la plus ancienne planète du monde solaire. Alors que la plupart des matériaux de la nébuleuse erraient encore éparpillés loin du centre, avant surtout que ce point fût devenu lui-même un puissant foyer d'attraction, Jupiter accrochait à son orbite une partie des amas circulant dans son voisinage et portait le trouble dans le mouvement des matériaux plus lointains. C'est ainsi que l'anneau immédiatement voisin et situé à l'intérieur de son orbite n'a pu former de système planétaire. Les amas qui le composaient, tiraillés d'un côté par l'anneau jovien formé dès le début, de l'autre par la force centrale progressivement croissante, sont allés grossir la masse de Jupiter, ou se sont partagés entre le soleil naissant et lui sous forme de comètes périodiques, tandis que le reste des amas s'est dispersé en planètes télescopiques dans toute l'étendue de leur zone de circulation. C'est la seule explication plausible du fait, en apparence anormal, qu'au lieu d'une grosse planète entre Mars et Jupiter, nous trouvons des centaines d'astéroïdes. J'ai insisté sur cette dernière théorie, bien qu'elle ne soit pas tout à fait récente, parce qu'on a cru, avec raison, pouvoir établir un rapprochement entre l'existence des astéroïdes nouvellement découverts et celle des planètes télescopiques situées dans l'intervalle Mars-Jupiter.

Il y aurait lieu, pour terminer cette revue annuelle, de parler des remarquables photographies, obtenues par M. Lowell, de la planète Mars, mais le résultat des travaux auxquels a donné lieu la dernière opposition de la planète étant à peine connu, il nous semble de toute prudence et de toute opportunité de réserver pour le cours de cette année un jugement qui serait forcément prématuré.

L'Abbé Th. Moreux.

Directeur de l'Observatoire de Bourges.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Husson (Ed.), *Professeur au Lycée de Lille*. — **Recherches des intégrales algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe** Thèse pour le Doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. in-4° de 80 pages. (Prix : 5 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Ce beau Mémoire est consacré à une question qui a passionné les géomètres, persuadés, sur la parole d'une élève de Weierstrass, de la possibilité d'en obtenir des solutions nouvelles; l'espoir que fit naître M^{me} Kovalevsky, M. Husson vient de le détruire, et bien définitivement.

Le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe est régi par six équations différentielles dont le système Σ admet trois intégrales premières algébriques fournies par les théorèmes généraux de la Dynamique, et un dernier multiplicateur, égal à l'unité. Il existe, de plus, trois cas particuliers, dus à Euler, à Lagrange, et à M^{me} Kovalevsky, où l'on peut trouver une quatrième intégrale première algébrique, indépendante aussi du temps, et non fonction des intégrales précédentes; dans ces trois cas, en vertu d'un théorème bien connu, la réduction du système Σ aux quadratures est possible et a été réellement effectuée. Le problème de la recherche de tous les autres cas dans lesquels il existe une quatrième intégrale algébrique s'est trouvé posé dès la publication du Mémoire de M^{me} Kovalevsky. La réponse apportée par M. Husson est celle-ci : Les conditions initiales étant supposées arbitraires, toute intégrale première algébrique et indépendante du temps du système différentiel (Σ) est une combinaison algébrique des trois intégrales classiques, sauf dans les cas d'Euler, de Lagrange et de M^{me} Kovalevsky.

Pour préciser la contribution de M. Husson, rappelons que :

1° M. Poincaré a démontré en 1892 l'impossibilité de l'existence d'une nouvelle intégrale algébrique si l'ellipsoïde d'inertie relatif au point de suspension n'est pas de révolution. M. Husson vient de donner dans les *Comptes rendus* du 20 novembre 1905 une nouvelle démonstration de ce résultat);

2° M. R. Liouville a donné en 1896 des conditions nécessaires d'existence d'une quatrième intégrale première algébrique, ne laissant entrevoir que deux cas nouveaux possibles (bien des efforts furent, depuis lors, faits en vain pour obtenir l'intégrale dans ces cas);

3° M. Painlevé a publié en 1898 un important Mémoire sur les propriétés générales des intégrales premières des équations de la Dynamique, fournissant de solides points d'appui pour étayer de nouvelles recherches sur le présent problème.

Dans sa thèse, M. Husson donne une démonstration nouvelle rigoureuse des conditions nécessaires de M. Liouville, puis il établit leur insuffisance et trouve que les conditions nécessaires supplémentaires éliminent les deux cas de M. Liouville.

Les résultats de M. Husson sont obtenus par deux méthodes distinctes, l'une un peu longue, mais assez élémentaire, l'autre plus concise, mais plus délicate, inspirée de la méthode générale employée par M. Painlevé pour la recherche des équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme; je ne doute pas que le second mode d'exposition ne séduise davantage les lecteurs au courant des travaux récents de l'éminent analyste.

Au point de vue de l'ingéniosité des procédés de recherche comme au point de vue de l'intérêt de la conclusion, ce Mémoire est tout à fait remarquable.

A. BOULANGER,
Professeur-adjoint de Mécanique
à la Faculté des Sciences de Lille.

de Lanessan (J.-L.), *Député, ancien Ministre de la Marine*. — **Les Enseignements maritimes de la Guerre Russo-Japonaise**. — 1 vol. in-16. (Prix : 3 fr. 50.) Alcan, éditeur. Paris, 1905.

L'ouvrage de M. de Lanessan touche à toutes les questions qui ont trait à la marine de guerre. Ecrit au moment où l'on peut commencer en connaissance de cause à tirer des déductions sûres de la guerre russo-japonaise, il présente un intérêt considérable et mérite d'être lu et médité par tous ceux que préoccupe l'avenir de notre marine de guerre.

M. de Lanessan commence par rappeler les profondes divergences de vues et les opinions contradictoires qui régnaient, durant ces dernières années, dans les milieux politiques et maritimes au sujet de la constitution de la marine de guerre. Puis il examine les enseignements de la guerre russo-japonaise au point de vue de la composition des flottes.

Si l'on ne doit guère compter sur les torpilleurs pour détruire les grands bâtiments de combat, on peut escompter leurs services à la fin d'une bataille pour achever les navires désarmés; ils sont également propres à exercer une surveillance active soit autour des flottes à la mer, soit à l'entrée des ports. Ce sont de bons auxiliaires, mais dont il convient de limiter la construction dans les proportions indiquées par le rôle qu'ils peuvent efficacement remplir.

Le navire le plus utile et le plus résistant dans les combats est le cuirassé de ligne, qui doit avoir une puissance offensive aussi considérable que possible et une protection proportionnée à cette puissance. La flotte cuirassée aura d'autant plus de valeur qu'elle sera plus homogène; pour obtenir cette homogénéité, il faut construire les escadres cuirassées en ne mettant pas en chantier moins de six navires à la fois.

Il n'y a plus lieu de construire des croiseurs protégés. Quant aux croiseurs cuirassés, la dernière guerre a mis en relief leur infériorité par rapport aux cuirassés d'escadre. Cela ne veut pas dire qu'il faille condamner ce type de navire; il est, en effet, fort utile pour la politique des mers lointaines et pour toutes les actions qui demandent une grande mobilité et une grande rapidité d'exécution. Toutefois, nous en avons aujourd'hui en quantité suffisante; au contraire, en comparant nos forces à celles de l'Angleterre et de l'Allemagne, on voit qu'il y a lieu de faire de suite un gros effort en vue d'accroître rapidement le nombre de nos cuirassés.

Pour l'armement des cuirassés, M. de Lanessan préconise les grosses pièces de 305, mais en demandant le maintien de pièces aussi nombreuses que possible de moyen calibre (du 194 de préférence); pour la petite artillerie, du 75 millimètres semi-automatique et des mitrailleuses automatiques. Il est partisan de supprimer les tubes lance-torpilles au-dessous comme au-dessus de l'eau sur les cuirassés et les croiseurs. Inutiles aux distances de combat futures, ces tubes prennent une place qui pourrait être mieux utilisée ou même sont dangereux.

En ce qui concerne le blocus, les enseignements de la guerre russo-japonaise permettent de conclure à la nécessité de concentrer les forces bloquantes contre le port où se trouvent réunies les principales forces enne-

mies, de pratiquer un blocus éloigné et de faire assister les escadres bloquantes par de nombreux et robustes contre-torpilleurs.

La guerre maritime ne s'improvise pas. Il faut une longue et minutieuse préparation. L'instruction des officiers et des équipages doit être théorique et pratique et obtenue par des manœuvres incessantes dans les mers lointaines. On doit développer l'initiative des officiers. Nous avons de la peine à avoir un nombre suffisant de mécaniciens; nous manquons surtout de canoniers. Il faut créer des moyens spéciaux de recrutement pour les principales spécialités en imitant l'Angleterre, qui fait face à ses besoins au moyen d'écoles où l'on recueille des enfants qui s'engagent à servir douze ans sur les navires de l'État. M. de Lannan rappelle qu'étant ministre il a créé dans ce but l'école des mécaniciens de Lorient et des écoles professionnelles maritimes, dont il demande le maintien ou le rétablissement.

L'auteur conclut en réclamant des navires offensifs de grand tonnage ayant le can¹ supérieur de leur cuirasse nettement au-dessus de la flottaison: « L'illusion de la marine défensive s'effondre sous la leçon des défaites russes, en même temps que celle de la marine aux petits bateaux. »

2° Sciences physiques

Hagenbach (A.), *Professeur de Physique à la Hochschule d'Aix-la-Chapelle*, et **Konen** (H.), *privat-docent de Physique à l'Université de Bonn*. — *Atlas des Spectres d'émission des Éléments, d'après des photographies avec texte explicatif, traduit de l'allemand par M. H. VELLON, professeur de Physique à l'Université de Bâle*. — 1 vol. in-4° de 76 pages et de 18 planches. (Prix : 30 marks.) Léna, Gustav Fischer; Paris, Masson et Co, éditeurs, 1905.

Cet ouvrage, dû à deux jeunes savants déjà connus par d'intéressants travaux, est issu du Laboratoire de Physique de l'Université de Bonn, dirigé par le Professeur H. Kayser, l'un des maîtres de la Spectroscopie. C'est un recueil, aussi complet que possible, des spectres des corps simples. Il a été établi sur une base uniforme et exécuté avec tout le degré de perfection que les procédés modernes permettent d'atteindre.

Les planches, de dix photographies chacune, nous donnent les spectres de lignes de 68 corps simples sur environ 80 qui sont connus à l'heure actuelle, et ceux qui manquent sont parmi les plus rares et les plus difficiles à obtenir à l'état de pureté. Les auteurs ont préféré donner les spectres normaux, obtenus avec un réseau concave qui projetait le spectre sur une circonférence de 50 centimètres de diamètre. Chaque spectre, s'étendant sur une longueur de 27 centimètres, est donné en deux épreuves : l'une comprenant la partie ultra-violetle entre λ 250 μ et le bleu, et l'autre émettant sur la précédente depuis λ 400 μ pour présenter la partie visible jusque vers λ 660 μ dans le rouge, où la raie λ 656,3 de l'hydrogène est nettement visible. On trouvera ainsi, pour la première fois, des planches photographiques permettant une confrontation immédiate avec les spectres visibles observés à la lunette du spectroscopie.

Les auteurs ont donc photographié dans le rouge plus loin que cela n'avait été fait jusqu'ici, sur des clichés donnant aussi les autres régions visibles; c'est là un des principaux mérites de leur ouvrage. Les spectres étant normaux, l'écartement des raies est proportionnel à la différence de leurs longueurs d'ondes, qui seront facilement obtenues par la lecture directe d'une échelle à divisions équidistantes gravée en dessous de chaque spectre. Cet avantage compensera l'inconvénient de la dissimilation entre le spectre normal de réseau et les spectres obtenus généralement dans

les laboratoires avec des prismes, dont l'emploi est plus commode, mais où, la dispersion allant en décroissant du violet au rouge, les raies de cette région se montreront beaucoup plus resserrées que dans les planches de l'Atlas; l'inverse aura lieu dans l'ultra-violet. Chaque élément a été étudié dans des conditions variées: flamme, arc, étincelle, ou tube à gaz raréfié. Les planches présentent ainsi des spécimens typiques des principaux aspects des spectres, et pourront servir d'illustrations aux traités de Physique et de Spectroscopie, car on y verra, mis en évidence, les renversements de raies, les différences entre l'arc, les étincelles et la flamme, les spectres rouge et bleu de l'argon, les spectres positif et négatif de l'azote, le spectre de l'air, la distribution des raies en séries. La grande finesse de ces planches, qui gagneront à être examinées à la loupe, est particulièrement visible dans les spectres de bandes du cyanogène, du bore, du baryum, de l'aluminium, etc. En ce qui concerne les types destinés à montrer l'effet de la self-induction sur l'étincelle, les auteurs ont malheureusement pris une trop faible inductance, par exemple pour le spectre du fer, où elle est près de vingt fois inférieure à celle qui a donné à M. Hensalech ses résultats les plus caractéristiques. Le texte explicatif qui accompagne les planches augmente encore leur intérêt en signalant pour chaque spectre la matière employée, le dispositif, les longueurs d'onde des principales lignes, et les raies dues à des impuretés. Des notes spéciales donnent ensuite d'intéressantes instructions sur la technique photographique, qui a permis de réunir sur une même plaque presque tout le spectre visible, et aussi sur le dispositif de production des différentes classes de spectres. Qu'il me soit permis de rectifier ici une erreur ou une inadverance, à propos des étincelles produites au moyen de circuits sans capacité. Dans ces conditions, c'est-à-dire sans condensation, les auteurs m'attribuent le procédé de production des spectres de lignes des métalloïdes dans les sels fondus, tandis qu'au contraire c'est avec deux ou trois bouteilles de Leyde, donnant une capacité de 0,0085 à 0,013 microfarad, que j'ai obtenu les raies des métalloïdes dans les composés solides ou fondus.

D'une manière générale, les spectres d'étincelle de cet Atlas sont moins bien venus que ceux de l'arc, aux deux extrémités du spectre surtout. Pour l'ultra-violet, par exemple, le groupe très fort et tout à fait caractéristique du silicium, entre λ 252,86 et λ 250,70 μ , toujours présent dans l'étincelle, aussi bien que dans l'arc, n'est visible que dans la figure de ce dernier; il en est de même pour les fortes raies rouges de Cd, Zn, Hg, Pb, manquant ou presque invisibles sur l'épreuve du spectre d'étincelle.

En admirant la netteté de ces belles planches, on se prend à regretter que le souci de ne pas augmenter, du simple au double, le prix de vente de l'Atlas, paraît-il, n'ait pas permis de reproduire les spectres en raies noires sur fond blanc, les faibles lignes blanches se distinguant mal sur un fond sombre. Quoi qu'il en soit, nous féliciterons MM. Hagenbach et Konen d'avoir su mener à bien un labeur aussi délicat, aussi considérable, et avec une exécution héliographique aussi bonne. Rappelons, en terminant, la compétence avec laquelle le Professeur H. Vellon a mis à la portée du public français le texte explicatif, qui forme une partie très importante et presque indispensable de l'ouvrage.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

Joly et Lespiens. — *Nouveau Précis de Chimie* (NOTATION ATOMIQUE, rédigé conformément aux programmes officiels du 31 mai 1902, 3^e fascicule : *Chimie générale. Analyse*. — 1 vol. in-12 de 248 pages. (Prix : 2 fr.) Hachette, éditeur, Paris, 1905.

Ce petit livre, qui n'a pas deux cent cinquante pages de petit format, est un des plus intéressants auxquels ait donné naissance la transformation récente de

¹ Can est un terme technique maritime qui sert à désigner le bord d'une toile ou d'une plaque de blindage.

notre enseignement secondaire. Les sciences expérimentales doivent être enseignées par l'expérience; les notions fondamentales de ces sciences doivent être tirées de l'expérience; ce ne sont pas des définitions abstraites et d'un caractère métaphysique qui doivent leur servir à classer les faits qu'elles étudient; ce sont des considérations tirées de l'observation des faits particuliers, assez nombreux pour fournir à un énoncé général une base solide.

A ce point de vue, les généralités sur les combinaisons chimiques étaient exposées autrefois d'une manière bien peu satisfaisante, au moins dans l'enseignement élémentaire. Placées au début même des leçons, elles étaient destinées à apprendre à l'élève les premiers mots d'un langage nouveau pour lui, plutôt qu'à lui enseigner des lois; et, ce qui est plus étonnant, l'exposé n'était pas beaucoup plus scientifique, ni la discussion plus approfondie dans la plupart des traités considérables écrits par les plus illustres chimistes. Depuis une vingtaine d'années, l'éclatant développement de la Chimie organique, la naissance et les rapides progrès de la Chimie physique ont profondément modifié la manière de voir des chimistes. La distinction entre le mélange homogène et la combinaison chimique, la définition des poids atomiques et des poids moléculaires, l'établissement et le rôle des formules chimiques et particulièrement des formules développées, ne sont pas pour le chimiste contemporain ce qu'elles étaient autrefois. Il est devenu possible de faire comprendre aux jeunes gens ces notions nouvelles, depuis que l'étude de la Chimie est répartie en trois années, les généralités ayant été réservées sagement à la troisième année. L'élève a déjà acquis pendant les deux premières années des notions sur les métalloïdes, les métaux, la Chimie organique; il connaît déjà les exemples nécessaires à l'illustration des généralités. Si peu qu'il ait manipulé, il a vu que le rendement d'une préparation est souvent médiocre, et que la précision d'une analyse est limitée; on peut lui faire comprendre le caractère approximatif de certaines lois, le degré d'indétermination de certains résultats, sans le faire douter de toute la science.

La plupart des traités déjà existants n'ont guère mis à profit ces circonstances; les matières ont été transposées pour les mettre dans l'ordre du programme; l'esprit dans lequel elles ont été exposées est resté essentiellement dogmatique et affirmatif. Tout autre est le 3^e fascicule du Précis de M. Lespiau; on s'en aperçoit dès la première page: « C'est d'après la façon dont il a pu obtenir la séparation que le chimiste classe la substance qu'il étudie parmi les mélanges ou parmi les combinaisons. » Le lecteur prend contact avec la réalité; l'ordre de l'exposition suit l'ordre du travail au laboratoire; les énoncés suivent l'exposition des faits et lui donnent sa forme condensée, au lieu de la précéder comme des définitions.

Le chapitre suivant rappelle les propriétés des poids moléculaires et des poids atomiques universellement acceptés, et montre à quelles conditions variées le petit nombre des poids atomiques des corps simples réussit à satisfaire: lois d'Avogadro, de Raoult, de Dulong et Petit, et comment on utilise ces lois pour achever de déterminer la formule d'un corps dont la composition centésimale est connue.

Mais l'ambition des chimistes, justifiée par le succès, est de faire exprimer à la formule bien d'autres propriétés encore, de façon qu'à son seul aspect le lecteur expérimenté apprenne le plus grand nombre possible de réactions du corps. La signification expérimentale des formules développées, ou formules de constitution, est mise en évidence aux chapitres XII et XIII avec une clarté que je n'avais rencontrée jusqu'ici dans aucun livre élémentaire ou autre. Pour un élève, apprendre que les formules développées représentent comment un corps se coupe dans ses principales réactions, c'est autre chose et autrement clair, et concret, que d'entendre parler de satisfaction des atomicités ou

de neutralisation des valences. C'est la suppression de l'intermédiaire abstrait et inutile entre le fait et sa représentation. Lorsque la signification expérimentale des formules développées est bien comprise, la notion de valence est introduite utilement, avec tous les développements nécessaires, mais au second plan, comme il convient pour une propriété qui, très généralement déterminée, peut néanmoins avoir des valeurs inégales dans divers groupes de combinaisons. Plus loin, au chapitre II, toute la puissance de coordination que possède la notion de quadrivalence du carbone est utilisée pour la description des fonctions organiques, mais en accompagnant toujours la formule de la description des propriétés qu'elle traduit.

Dans un livre qui s'adresse à des élèves déjà instruits en Chimie organique, on ne peut plus présenter la loi de Dalton comme à des débutants. La notion d'exposants simples doit être remplacée par celle d'exposants commensurables: l'élève le sait; il l'a appris l'année précédente, et il se doute bien que, lorsque les exposants sont grands, l'analyse chimique ne renseigne qu'imparfaitement sur leur rapport; M. Lespiau le dit clairement, il l'explique, et il explique aussi comment les réactions et les analogies de propriétés concourent alors à fixer définitivement le choix entre les divers rapports commensurables voisins que l'analyse seule ne pouvait distinguer.

Jusqu'ici, les mots poids atomique, poids moléculaire, ont été employés avec une signification expérimentale bien nette; il n'a été question ni de molécules ni d'atomes. C'est seulement au chapitre XLV: « Théorie atomique », que M. Lespiau montre quelle représentation simple et complète l'hypothèse des atomes fournit de toutes les lois précédentes. Quant à la notion de « nombres proportionnels », c'est vraiment une étape par laquelle il est inutile de faire passer les élèves de l'enseignement secondaire; il n'y a même plus de traité de stœchiométrie qui s'attarde à la discuter; et quant à la préférence à accorder à telle ou telle valeur du poids atomique d'une substance, c'est matière de spécialistes. Les « nombres proportionnels » figurant au programme, probablement parce qu'on a oublié de les effacer sur les programmes précédents, il a bien fallu leur faire une petite place. Mais M. Lespiau n'en a pas alourdi son exposition, et je trouve qu'il a bien fait.

Tout, dans ce petit livre, est ainsi disposé de manière à donner à l'élève le sens juste de ce qu'est la Chimie expérimentale, du rôle que jouent les lois chimiques comme guides dans le travail du Laboratoire. C'est bien un livre élémentaire, clair et sobre, non pas de cette clarté tout artificielle et purement verbale trop recherchée et trop vantée, mais de la clarté particulière qui convient à la science chimique. L'élève formé par l'étude de ce livre peut entrer au Laboratoire; il n'y sera pas dépaycé; il ne sera pas brillant sur les expériences « de cours », mais il saura vite ce qu'on cherche au Laboratoire, et comment on le cherche. Il n'y a pas beaucoup de livres d'enseignement secondaire qui donnent cette impression; et c'est pourquoi je tiens à signaler ce petit livre comme un des meilleurs et des plus originaux dont le renouvellement des programmes ait provoqué l'apparition.

MARCEL BRILLOUIN,
Professeur suppléant au Collège de France.

3^e Sciences naturelles

Ferry (Commandant Edmond). — *La France en Afrique*. — 1 vol. in-8° de 304 pages. (Prix: 3 fr. 50.) A. Colin, éditeur, Paris, 1905.

Ce livre est la réunion de six études intitulées respectivement: Bonaparte et le monde musulman. — Soudan français, Maroc et Algérie. — La question de la Tripolitaine. — La question musulmane dans le Centre africain. — La conquête du Nil. — L'action civilisatrice de la France. — L'auteur a fait suivre

ces études de « notes de voyages » dans le nord du Soudan, notes très personnelles, très vivantes et qui sont, en quelque sorte, une illustration des vues d'ordre théorique émises dans tout le livre. — Au reste, une pensée domine l'ouvrage : ces six mémoires tendent tous, en effet, plus ou moins à démontrer que l'Islam peut, entre nos mains, devenir un moyen de gouvernement dans nos possessions coloniales habitées par des Musulmans. C'est une proposition sur laquelle, pour notre part, nous avons jadis fait des réserves en ce qui concerne l'Afrique du Nord. Mais il ne nous en coûte rien de reconnaître qu'à maintes reprises cette conception politique a joui d'une grande faveur auprès de nos gouvernants : Waldeck-Rousseau y pensait peut-être quand il laissait tomber de la tribune de la Chambre des députés sa fameuse formule : « Faire évoluer les Musulmans dans leur civilisation ». Et, comme l'Islam n'a d'autres cadres organisés que ceux des confréries religieuses, c'est évidemment cette organisation que, dans l'esprit des promoteurs d'une pareille politique, l'Etat devrait utiliser ; telle a bien été la doctrine de la haute administration à une certaine époque ; on en peut lire l'exposé presque officiel dans un passage des *Confréries musulmanes* de Depont et Coppolani (p. 279-289).

C'est là une conception toute napoléonienne ; aussi est-il caractéristique que le livre du Commandant Ferry s'ouvre par une étude sur la politique de Bonaparte en Egypte : étude du reste bien informée et qui, à mon avis, constitue le morceau le plus solide et le plus inédit du livre. L'article suivant, sur les rapports du Soudan, du Maroc et de l'Algérie, présente moins d'unité ; nous y relevons une juste appréciation de la valeur du trausaharien ; l'auteur estime que celle-ci serait nulle au point de vue économique ; appréciable au point de vue stratégique, elle ne justifierait cependant pas l'effort que la construction de cette ligne nécessiterait. Le Commandant Ferry insiste sur l'influence des confréries musulmanes dans le Sahara et sur la nécessité d'achever l'occupation de la Mauritanie saharienne en poussant vers le sud du Maroc. — Dans « la question de la Tripolitaine », l'auteur débat, au point de vue diplomatique, la question des limites de l'action française et de l'action italienne au sud de la Tripolitaine. — L'article sur « La question musulmane dans le Centre africain » est, en réalité, un article sur les Senoussia ; il nous a paru résumer les faits et reprendre les vues que nous avons exposées jadis dans le *Bulletin du Comité de l'Afrique française* (avril 1902). Nous en sommes flattés, car ces vues avaient été assez discutées ; cependant, le Commandant Ferry, tout en présentant des conclusions analogues aux nôtres (p. 189), nous paraît exagérer quand il qualifie le senoussisme de *schisme*. Les Senoussia se présentent plutôt comme une « école », un « madhab » indépendant, que comme une voie mystique, mais ce n'est là qu'une tendance non avouée. Revenant à son idée favorite, l'auteur nous rappelle ici la politique de Bonaparte, et estime que, si les Senoussia avaient existé, il n'eût pas hésité à s'appuyer sur cette confrérie ; l'auteur pense que nous devrions franchement entrer en rapport avec elle ; il propose l'envoi de chefs musulmans de nos possessions vers le chef des Senoussia et prononce ensuite le nom du mokaddem des Senoussia de Mostaganem. Sans méconnaître le haut intérêt que nous pourrions avoir à entrer en relations avec les Senoussia au point de vue de notre œuvre soudanaise, il est permis de penser qu'il pourrait y avoir des inconvénients à renouer entre les Senoussia de Gouro et ceux de Mostaganem des relations qui sont à peu près oubliées actuellement. — L'étude suivante est destinée à prouver que la question d'Egypte est, avant tout, une question abyssine ; l'auteur conclut en préconisant un programme d'influence française en Abyssinie, qui n'est pas sans analogie avec l'ancien programme dit de « pénétration pacifique » au Maroc. — Enfin, dans « L'action civilisatrice de la

France », le Commandant Ferry essaie de dégager les grandes lignes d'un programme soudanien : la mission chrétienne est inefficace en pays musulman, il faut la reléguer en pays fétichiste ; les chefs européens doivent entrer en contact continu avec les populations noires ; il faut apprendre aux noirs à travailler ; pour leur donner le goût du travail, il faut transformer l'impôt en journées de prestation.

En résumé, en dépit de son caractère fragmentaire, le livre accuse un effort des plus intéressants pour préciser notre politique envers les populations du centre de l'Afrique.

EDMOND DOUTTÉ,

Chargé de Cours
à l'Ecole Supérieure des Lettres d'Alger.

Stone (Herbert). — *The Timbers of Commerce and their identification.* — 1 vol. in-8° de 311 pages, avec 186 photographies de sections de bois. (Prix : 7 sh. 6 d.) W. Rider and son, éditeurs. London, 1903.

A l'aide de matériaux réunis pour des besoins commerciaux, l'auteur a entrepris de rédiger un livre qui puisse servir de guide pour déterminer pratiquement le nom des échantillons de bois qu'on rencontre dans le commerce. Une attention particulière a été consacrée aux bois coloniaux, qui sont de plus en plus apportés sur nos marchés et qui ne tarderont pas, certainement, à prendre une bonne place dans l'importation européenne. Si le nombre des espèces tropicales décrites était accru, cet ouvrage rendrait des services appréciés aux praticiens du commerce des bois et aux agents des services forestiers coloniaux ; aussi peut-on souhaiter la rédaction d'un second volume sur le même plan, avec l'adjonction d'une clef directrice, facilitant les déterminations, et qui fait défaut ici. Il y a déjà 247 espèces de bois décrites dans l'ouvrage, sous la forme d'autant de monographies comparatives, illustrées par 186 microphotographies donnant les structures anatomiques des bois.

A côté de l'aspect habituel du bois, en coupe transversale ou en coupe tangentielle, les caractères détaillés de la structure sont décrits : vaisseaux, rayons médullaires, tissus parenchymateux, canaux résineux... On trouve, en outre, avec intérêt, des documents sur les caractères physiques, chimiques ou organoleptiques des bois : couleur, grain, poids, odeur, saveur, caractères des bois pendant qu'ils brûlent, aspect des sections minces examinées entre deux verres à l'aide d'une lanterne, principes solubles à l'ébullition dans l'eau ou dans l'alcool, dureté, sensation tactile plus ou moins froide et plus ou moins consistante.

L'auteur admet une échelle de dureté des bois comportant huit catégories, du Peuplier jusqu'à l'Ebène. Il donne aussi une échelle de mesure pour le diamètre des pores ou vaisseaux du bois, sorte de gamme d'exemplaristiques permettant une facile comparaison. Un index des noms permet les recherches, mais il est à regretter qu'il n'existe pas un index des figures. Il est ainsi très difficile de trouver rapidement les planches microphotographiques auxquelles le texte renvoie sans indication de pages. La dissémination, sans ordre, des planches, eût été avantageusement remplacée par le groupement de toutes les planches à la fin de l'ouvrage.

Une table bibliographique de 132 numéros complète cet ouvrage, qui réalise une tentative louable, nouvelle et utile, dont nous souhaitons vivement la continuation.

EDMOND GUY,

Professeur adjoint à la Faculté des Sciences,
Directeur de l'Institut colonial de Nancy.

Lacomme (Dr L.), *Licencié en sciences, Préparateur du Laboratoire d'Hygiène de la Faculté de Médecine de Lyon.* — *L'Eppuration des Eaux par les Filtrés à sable dits américains.* — 1 broch. in-8° de 20 pages. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1903.

Etude intéressante à consulter, en ce moment où l'on se préoccupe plus que jamais de l'alimentation des villes en eau potable.

4° Sciences médicales

Rouget (J.), Médecin-major de 1^{re} classe, Professeur agrégé au Val-de-Grâce et **Dopter (Ch.)**, Médecin-major de 2^e classe, Professeur agrégé au Val-de-Grâce. — **Hygiène alimentaire.** — 1 fascicule de 315 pages, in *Traité d'Hygiène publié sous la direction de MM. P. BROUARDEL et E. MOSNY*. (Prix : 6 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1906.

A une époque où l'on se préoccupe particulièrement d'hygiène et où les questions d'alimentation sont à l'ordre du jour, un *Traité d'Hygiène alimentaire* ne peut manquer d'offrir un très grand intérêt. Savoir se bien nourrir est indispensable pour se bien porter. On trouvera dans le livre de MM. Rouget et Dopfer, exposés d'une manière précise et succincte, tous les renseignements désirables sur : la composition des aliments d'origine animale ou d'origine végétale ; la préparation culinaire et la conservation des aliments ; les boissons alcooliques et non alcooliques, les falsifications des denrées alimentaires et le moyen de les reconnaître par l'expertise ; la composition de la nourriture saine en rapport avec les conditions physiologiques de chacun ; les divers régimes ; les maladies produites par une alimentation surabondante ou insuffisante, par les parasites qu'apporte l'alimentation, par les infections et intoxications alimentaires ; les accidents spéciaux causés par les viandes, les poissons, les mollusques, le lait, les œufs et quelques végétaux, y sont étudiés avec détails.

Dr MARCEL LABBÉ,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

Wurtz (R.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, et **Thiroux (A.)**, Médecin-major de 1^{re} classe des troupes coloniales. — **Diagnostic et sémiologie des Maladies tropicales.** — 1 vol. de 344 pages avec 97 figures. (Prix : 12 fr.) Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1905.

MM. Wurtz et Thiroux se sont proposé de présenter au lecteur les principes cliniques et bactériologiques nécessaires au diagnostic des maladies des pays chauds. Chacune de ces affections est l'objet d'une description sommaire, suivie d'un exposé plus étendu relatif à la diagnose. On lira avec fruit les chapitres relatifs à l'insolation et au coup de chaleur, aux intoxications (lathyrisme, etc.), aux piropasmoses humaines, à la lépre, à la bilharziose.

La sémiologie proprement dite est décrite dans la seconde partie du livre. Chacun des grands symptômes qui sont communs aux maladies tropicales ou à plusieurs d'entre elles : fièvre, douleur splénique, congestion du foie, hémorragie, hématurie ou hémoglobinurie, ulcère cutané, etc., est envisagé successivement dans les affections qui peuvent lui donner naissance. Par la lecture de la discussion critique qui en est extrêmement faite, le praticien est conduit au diagnostic de la maladie d'espèce. Bien qu'exposant nécessairement à des redites, cette méthode d'exposition ne laisse pas d'être, avant tout, très pratique et de remplir le but que se sont proposé les auteurs, dont l'ouvrage, disent-ils trop modestement, est « un livre d'étude élémentaire et rien de plus ».

Il est édité, d'ailleurs, avec le plus grand soin et accompagné de nombreuses et profitables figures.

Dr H. VINCENT,
Professeur à l'Ecole d'application
du Val-de-Grâce (Paris).

5° Sciences diverses

Méline (Jules). — **Le Retour à la Terre et la Surproduction industrielle.** — 1 vol. in-18 de 313 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Hachette et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1905.

La question agraire se pose, à l'heure actuelle, avec une particulière insistance, et fort nombreux sont les

ouvrages qui lui ont été consacrés. Je rappellerai pour mémoire ceux de MM. G. Blondel, Kautsky, de Philippovich, Vandervelde, et, parmi les travaux plus localisés, les récentes recherches de M. Paul Parmentier sur la dépopulation des campagnes en Franche-Comté. Par la haute personnalité et la compétence de son auteur, le livre de M. J. Méline est une contribution de valeur. Dans une première partie, l'auteur étudie les conditions actuelles de l'industrie, caractérisées par une surproduction croissante. L'idée maîtresse en est que, devant la diminution des débouchés par suite du développement économique des pays neufs, y compris le Japon et les Etats-Unis, nous devons réduire notre production industrielle, comme y sont arrivées déjà certaines institutions de concentration, telles que les kartells allemands. Aussi bien, M. Méline regrette-t-il « l'entraînement général qui lance tout le monde dans l'industrie », tout en rendant cette justice à nos industriels « qu'ils sont par nature et par caractère plus prudents que ceux des autres pays et qu'ils ont moins cédé que les autres à l'entraînement général ». Si la première affirmation nous paraît contestable et si ce reproche nous semblerait plus justement adressé au fonctionnarisme qu'à l'industrie, la seconde est malheureusement trop vraie et, pour ne prendre qu'un exemple, si nos industriels n'avaient pas été plus prudents que leurs collègues allemands, ils n'auraient point laissé ceux-ci constituer à leur profit un quasi-monopole de la fabrication des produits chimiques. L'Allemagne, comme le faisait remarquer récemment M. Georges Blondel, ne regrette certainement pas son magnifique développement industriel, que la crise de 1901-1902 n'a pas réussi à entraver, et son commerce extérieur s'est accru d'une façon remarquable parce que la recherche très active et très ingénieuse des débouchés s'est toujours exercée simultanément avec l'extension de la production. C'est là le secret de la prospérité allemande et, en même temps, l'explication de notre stagnation commerciale.

M. Méline étudie ensuite l'agriculture ; il ne méconnaît point la crise qui l'a si durement frappée et qui, quoique s'atténuant, dure encore ; il en analyse très justement les causes et indique les remèdes, en insistant tout particulièrement et à fort juste titre sur ce que l'on a appelé « l'industrialisation » et la « commercialisation » de l'agriculture. M. Méline ajoute : « Les tarifs de 1892 ont tellement amélioré la situation de nos agriculteurs que toutes les branches de notre production ont repris leur essor et leur marche en avant. » Si, grâce à de très gros sacrifices imposés à la consommation, les droits d'entrée ont permis à l'agriculteur de vendre son blé 3 ou 4 francs plus cher par hectolitre, ils ne possèdent point la vertu magique que leur prête M. Méline. Les tarifs n'ont point fait cesser la crise qui dure encore, quoique atténuée, et c'est l'emploi des machines, des engrais, des variétés nouvelles de semences qui a accru la production, tandis que l'activité des syndicats travaillait à la vente à l'intérieur et aux exportations.

Ce retour à la terre que prêche si ardemment M. Méline nous apparaît hautement désirable, beaucoup plus encore au point de vue social qu'au point de vue économique. Il faut redonner sa part à l'ancien droit terrien, il faut renouer les liens qui unissaient l'homme à la terre, à sa terre, faire revivre cette union que le grand psychologue que fut Gabriel Tarde a si finement décrite. Et si l'on nous objectait que le sol français est saturé de main-d'œuvre et que l'introduction des machines agricoles va précisément à l'encontre de ce mouvement, nous répondrions que, dans nos seules colonies de l'Afrique du Nord, c'est-à-dire sous un climat identique au nôtre, il y a place pour plus de bras inoccupés que nous n'en posséderons pendant longtemps encore.

PIERRE CLERGET,

Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce
de jeunes filles, à Frbourg, Suisse.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Février 1906.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. A. F. A. Bienaimé, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation. — M. A. Heim est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. Boutroux démontre la proposition suivante : Soit une fonction multiforme définie à l'intérieur d'un contour C , où elle est algébrique, et soit x_0 un point intérieur à C . Si la fonction ne présente aucune indétermination incomplète au point x_0 , elle ne saurait en présenter lorsque x tend vers le contour C sur un chemin quelconque intérieur à C . — M. L. Féjer communique ses recherches sur les séries de Fourier. — M. H. Dulac étudie les intégrales d'une équation différentielle dans le voisinage d'un point dicritique. — M. P. Fatou applique l'analyse de Dirichlet aux formes quadratiques à coefficients et à indéterminées conjuguées. — M. I. Fredholm montre comment on peut, d'une façon générale, trouver des systèmes mécaniques dont les vibrations fondamentales obéissent à des lois identiques à celles qu'on a trouvées pour les vibrations des raies spectrales. — M. A. Korn présente ses recherches sur les vibrations d'un corps élastique dont la surface est en repos. — M. T. Banachiewicz généralise, pour le cas de n corps, le théorème dû à Lagrange, qui n'était établi que pour trois corps s'attirant conformément à la loi de Newton. — M. L. Fredey, étudiant la signification exacte du principe de Carnot, estime que, pour que des mouvements d'ordre quelconque se maintiennent, il faut et il suffit que le degré de fréquence de leur destruction soit équivalent au degré de fréquence de leur réapparition. — M. J. Boussinesq étudie la propagation du mouvement autour d'un centre dans un milieu élastique, homogène et isotrope, et, en particulier, l'onde corrélative aux variations de densité. — M. P. Duhem détermine une inégalité importante pour l'étude des quasi-ondes de choc. — M. E. Esclançon communique ses observations de la comète Brooks (1906 a) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. M. Berthelot et D. André ont analysé divers objets métalliques et minéraux trouvés par M. de Morgan dans les fouilles du Tell de l'Acropole de Suse en Perse. Ils ont constaté la présence du nickel, accompagnant le cuivre dans un certain nombre d'objets; ce métal n'a jamais été rencontré dans les analyses d'objets provenant d'Égypte ou de Chaldée. — MM. A. Gautier et Clausmann ont constaté que, dans un mélange d'Az ou d'air et de CO, ou bien d'Az, de gaz combustibles divers et de CO, on ne peut retrouver la totalité de ce dernier gaz, soit par explosion en présence d'O, soit par lavage au chlorure cuivreux. Mais, après l'une de ces opérations, il sera toujours facile de doser le CO résiduel par circulation sur l'hydride iodique chauffé à 70°, qui oxyde les dernières traces de CO et permet de les doser. — M. L. Henry, en faisant réagir HCl sur l'oxyde d'isobutylène, a obtenu une chlorhydrine isobutylénique (C₄H₉Cl, C₄H₉OH), différente de celle qui a servi à préparer l'oxyde d'isobutylène. Il nomme β le composé obtenu à fonction alcool primaire et α le composé déjà connu à fonction alcool tertiaire. — MM. E. Jungfleisch et M. Godchot ont préparé l'acide lactique gauche en prismes aplatis, très hygroscopiques, fondant à 26°-27°. L'acide gauche, en solution concentrée, se combine spontanément à lui-même pour don-

ner l'acide lactyllactique gauche, qui est dextrogyre.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. Ch. Richet a constaté que la viande crue est l'aliment avec lequel un organisme répare le mieux ses tissus après le jeûne. — MM. A. Charrin et Le Play ont mis en évidence les variations de la toxicité des produits intestinaux, associés à ceux qui viennent des annexes du tube digestif, du foie et de la muqueuse intestinale. — MM. R. Koehler et C. Vanev décrivent, sous le nom de *Stellosphaera mirabilis*, une nouvelle larve d'Astérie appartenant très vraisemblablement à une forme abyssale. La présence de pédicellaires forcipulés ne semble laisser aucun doute sur sa vraie nature, malgré les différences qui la séparent des autres larves d'Echinodermes. — MM. P. Viala et P. Pacottet : Sur les kystes des *Gleosporium* et sur leur rôle dans l'origine des lèbres : voir p. 221. — M. E. Argand a découvert, dans le massif de recouvrement de la Dent-Blanche, un pli frontal et une série de replis très puissants postérieurs à la mise en place de la nappe. — M. R. Chudeau a étudié la constitution géologique de l'Air, d'Ilerouane à Zinder. Le Crétacé présente plusieurs niveaux : poudingues, d'abord, reposant sur l'Archéen, puis plateau gréseux, et enfin argiles verdâtres.

Séance du 5 Mars 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Humbert déduit quelques conséquences arithmétiques de la théorie des fonctions abéliennes. — M. L. Bianchi démontre le théorème suivant : Toute surface S applicable sur une quadrique Q (quelconque) appartient, comme première nappe de la surface focale, à une double infinité de congruences W , dont la deuxième nappe (S_2) est applicable sur la même quadrique Q . — M. S. Bernstein donne quelques théorèmes sur les singularités des solutions des équations aux dérivées partielles du type elliptique. — M. J. Boussinesq poursuit l'étude de la propagation du mouvement autour d'un centre dans un milieu élastique, homogène et isotrope. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1905. Le nombre de groupes de taches est moindre, mais leur surface totale est bien supérieure. Il en est de même pour les facules.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. B. Baillaud et E. Mathias ont fait l'étude critique de la méthode des stations centrales, employée par MM. Rücker et Thorpe dans l'établissement de la carte magnétique des Îles Britanniques. Cette méthode se trouve parfaitement justifiée. — M. A. Pérot décrit une méthode pour la mesure des pertes de phase par réflexion. En passant de la longueur d'onde 5.625 à 5.253, il a trouvé une dispersion de 2,8 μ pour les argentes employées. — M. A. Debièvre estime que les phénomènes de phosphorescence caractérisent des transformations particulières de la matière, comme les phénomènes de radio activité caractérisent des transformations d'éléments chimiques, et que, lorsqu'une radiation excite la phosphorescence d'un corps, celui-ci se transforme en substance particulière. — M. M. Berthelot pense que l'oxyde de carbone est susceptible de former, comme le méthylène, une série de polymères C_nO_n, se décomposant en sous-oxydes C_{n-1}O_{n-1}. Il a lui-même préparé, par action de l'effluve sur CO, un sous-oxyde C₂O₂, qui se décompose à chaud en donnant un autre sous-oxyde C₂O₂. D'autre part, la décomposition de CO à 550° donne un sous-oxyde volatil, probablement C₂O, et MM. Diels et Wolf viennent de préparer un autre sous-oxyde C₂O₂. — M. W. Oechsner de Coninek a étudié quelques pro-

priétés et réactions de l'anhydride sélénieux. Il est oxydé par l'acide nitrique en acide sélénique. L'action de PCP donne SeCP; celle de PCP donne du sélénium. — M. A. Dubois a préparé l'iodomercure de calcium $\text{CaI}^2\text{Hg}^2\text{SH}^2\text{O}$ et l'iodomercure de strontium $\text{SrI}^2\text{Hg}^2\text{SH}^2\text{O}$. — M. H. Pêcheux a étudié la décomposition d'une solution de sulfate de cuivre par divers alliages d'aluminium. L'action des alliages Mg-Al se ramène à une réduction de l'eau par le magnésium et à une réduction du sulfate de cuivre par l'aluminium. — M. H. Baubigny propose une modification au dosage du cadmium; après filtration du précipité de sulfure, le filtre est incinéré à 500°, puis le sulfure est transformé en sulfate, qui est ensuite pesé. — M. J. Bougault, en remplaçant l'alcool par l'acétone dans la préparation du tartrate d'antimoine, a obtenu un produit bien défini, cristallisé, $\text{C}^4\text{H}^2\text{SbO}^4$, c'est-à-dire le tartrate normal $\text{C}^4\text{H}^2\text{SbO}^4$ moins une molécule d'eau. — M. Ph. Landrieu a constaté que la 1^{re} molécule de phénylhydrazine se fixe sur les dicétones et dialdéhydes α en dégageant une quantité de chaleur voisine de celle qui se dégage pour une monocétone. La 2^e molécule se fixe avec une quantité de chaleur plus faible, deux fois moindre environ. — M. Léo Vignon, en faisant réagir soit la tétrazobenzidine sur l'aniline, soit le diazobenzène sur la benzidine, a obtenu le diphenylbidiazaminobenzène $\text{C}^4\text{H}^2\text{AzH}^2\text{Az}^2\text{C}^4\text{H}^2\text{C}^4\text{H}^2\text{Az}^2\text{AzH}^2\text{C}^4\text{H}^2$. F. 180°. — MM. P. Sabatier et A. Mailhe, en fixant de l'hydrogène, par le nickel réduit, sur les xylénols 1:2; 4, 1:3; 4 et 1:4; 2, ont obtenu : le diméthyl-1: 2-cyclohexanol-4, Eb. 189°, le diméthyl-1: 3-cyclohexanol-4, Eb. 176°.5, et le diméthyl-1: 4-cyclohexanol-2, Eb. 178°.5. — M. L. Guignard rappelle qu'on a introduit récemment sur le marché de grandes quantités de graines de haricots exotiques : *Phaseolus lunatus*; haricot de Java, de Birmanie, de Lima pour l'alimentation du bétail, lesquelles ont causé de nombreux accidents et empoisonnements chez les animaux et même chez des personnes qui en avaient mangé. La toxicité de ces graines vient de ce qu'elles renferment toutes un glucoside cyanogénétique en quantité plus ou moins grande 0,004 à 0,102 gr. de HCAz par 100 grammes. Il y a donc lieu d'apporter une grande circonspection dans l'emploi de ces haricots; l'acide cyanhydrique se reconnaît très facilement par la coloration rouge intense qu'il communique à un papier imprégné d'acide picrique et de carbonate de soude. — M. E. Kohn-Abreast a analysé également des graines désignées sous le nom de pois de Java et y a trouvé des quantités d'acide cyanhydrique atteignant 1 gr. 638 par kilogramme. — M. E. Manceau a étudié les caractères chimiques des vins provenant de vignes atteintes par le mildew. On y trouve moins d'alcool, plus d'acidité totale, une proportion très élevée de matières organiques azotées, plus de matières minérales et beaucoup moins d'acide tartarique libre que dans les vins normaux.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et Goupil envisagent le placenta comme une sorte de glande, capable de retenir et de modifier différentes substances ou de perfectionner des élaborations déjà commencées. — M. M. Lambert a constaté que la principale cause de l'arrêt du cœur isolé où circule du liquide de Ringer est l'épuisement de ses réserves, et non l'accumulation de substances fatigantes, éliminées par le lavage. — M. A. Montier montre que, chez le vieillard, l'hypertension artérielle n'est pas aussi fréquente qu'on le dit; cette hypertension, lorsqu'elle existe, serait la conséquence de l'artériosclérose et ne serait pas due à l'évolution normale de l'organisme. — M. J. Bounhiol a étudié le gisement hultier naturel de l'embouhure de la Macta. En automne, on y trouve un grand nombre de peunes hultières bien vivantes, qui disparaissent pendant l'hiver à la suite des crues qui transforment l'eau saumâtre en eau douce. Une légère modification du régime des crues permettrait d'assurer la multiplication naturelle et indéfinie des hultières. — MM. L. Léger et O. Dabosec décrivent le cycle évolutif des *Ecerina*

des *Glomeris*. — M. Ph. Gangeaud a reconnu que la chaîne des Puys quaternaires est encadrée, à l'Est et à l'Ouest, par deux chaînes éruptives miocènes et par plusieurs volcans pliocènes. — MM. W. Kilian et L. Gentil signalent, dans la région sud-marocaine, deux horizons intéressants, jusqu'ici inconnus au Maroc : l'un appartenant à l'Aptien supérieur (Gargasien), l'autre offrant les espèces du niveau de Clansayes, intermédiaire entre l'Aptien supérieur et le Gault inférieur. — M. E.-A. Martel a exploré le grand cañon du Verdon (Basses-Alpes), profond de 300 à 700 mètres. En plusieurs endroits, le torrent passe sous la roche en place. L'ouverture du cañon doit remonter au Pléistocène.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Février 1906.

M. le Président annonce le décès de M. Léon Colin, membre de l'Académie.

Séance du 6 Mars 1906.

M. Josias, après avoir ajouté les injections de sérum de Chantemesse aux bains froids dans le traitement de la fièvre typhoïde, a vu la mortalité tomber de 42 à 3,8 %. à l'hôpital Bretonneau. — M. N. Gréhant a fait respirer un chien dans l'air confiné; au bout de huit heures l'air confiné renfermait 5,5 % d'acide carbonique. En ajoutant une cartouche de soude, la proportion de CO^2 au bout de huit heures n'était que de 0,16 %. — Suite de la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 17 Février 1906.

M. M. Nieloux montre qu'il est possible qu'il y ait une légère décomposition du chloral dans l'organisme avec production de chloroforme. Mais, même dans ce cas, la proportion de chloroforme qui en résulte est insuffisante pour produire l'anesthésie; l'action du chloral est donc bien spécifique. — Le même auteur donne un procédé de dosage rapide de l'alcool dans le chloroforme. On agite avec de l'eau distillée, qui s'empare de la totalité de l'alcool, on laisse reposer et on dose l'alcool dans le liquide aqueux suraissant. — MM. M. Cautlery et A. Chappellier décrivent, sous le nom d'*Anurosporidium pelseueri*, une Haplosporidie infectant les sporocystes d'un Trématode parasite de *Bonax trunculus*. — MM. C. Nicolle et Cathoire ont constaté, par l'examen du pouvoir agglutinant du sang de malades typhiques, l'existence en Tunisie d'infections paratyphiques; dans un quart des cas observés, l'agent pathogène était le bacille paratyphique A. Le sang des malades contenait souvent, outre l'agglutinine principale, des agglutinines secondaires. — M. C. Ciaccio pense que la substance chromaffine des surrénales se transforme en substance sidérarine, qui serait le vrai produit de sécrétion. L'adrénaline n'est pas un produit des cellules corticales; elle est élaborée par des cellules spéciales. L'adrénaline de la substance corticale est due aux cellules chromaffines répandues dans la capsule conjonctive et au produit de sécrétion de la substance médullaire ayant pénétré secondairement dans les vaisseaux de la corticale. — M. G. Mioni a étudié l'influence de la durée et de l'intensité de l'excitation électrique sur la production des convulsions toniques et cloniques. Les premiers atteints sont toujours les centres cloniques, corticaux, bulbiaires ou basilaires; ensuite les centres toniques médullaires. Lorsque ces derniers sont atteints, ils réagissent, provoquant un tonisme qui se superpose au clonisme, en partie ou complètement. — MM. G. Peju et H. Rajat ont vu, sous l'influence de l'iodure de potassium, le bacille d'Eberth subir des modifications morphologiques rapides et profondes. — M. F. J. Bosc a constaté que

le *Treponema pallidum* Sch. est surtout abondant, sans mélange d'autre forme spirillaire, dans les lésions du poulmon et du foie de syphilis héréditaires graves. Les *Treponema* peuvent subir une dégénération extra ou intracellulaire, dont un des stades peut reproduire l'aspect du *Spirochaeta refringens*. — Le même auteur estime que la gomme n'est pas une formation syphilitique spéciale; elle n'est que l'expression d'un mode de résolution d'une néoplasie syphilitique identique à celle du chancre ou de la papille. — MM. A. Gouin et P. Andouard ont observé que l'extrait du thymus exerce une action excitante manifeste sur le rein chez les Bovidés. — M. F. Battelli montre que les tissus des animaux ne perdent pas la catalase qu'ils renferment par une circulation artificielle prolongée d'eau salée. Il est indispensable, pour le dosage de la catalase, d'employer H_2O_2 chimiquement pur. — M. G. Patein a constaté que le sérum sanguin contient, à côté de la fibrinogène, produit de doublement du fibrinogène, une globuline présentant les plus grandes analogies avec ce dernier, et lui étant peut-être identique. — M. E. Fauré-Frémiet décrit une petite Vorticelle, l'*Epistylis gasterostei*, qui vit sur les branchies de l'Épinoche. — MM. H. Vincent et C. Dopter ont observé, chez un ancien paludéen atteint de fièvre bilieuse hémoglobulinurique, une diminution de résistance des globules sanguins à la suite de l'administration de quinine. Ces globules, traités par le chlorure de calcium, ont une résistance à peu près semblable à celle d'un sujet sain. — M. H. Isovresco a constaté que la dilution n'a pas d'influence sur l'action de la catalase dès qu'on a atteint la quantité maximum de H_2O_2 que le ferment est capable de décomposer. — M^{lle} T. Robert a étudié l'hémolyse des globules de cheval par l'acide acétique. La quantité de globules hémolysés croît avec la quantité d'acide. Le sérum ajouté avant ou en même temps que l'acide diminue ou arrête l'hémolyse. — MM. A. Charrin et G. Delamare décrivent un procédé capable de s'opposer à la transmission aux rejets des tares viscérales maternelles; il repose sur l'injection d'antitoxines. — M. H. Tissier expose une méthode de traitement des affections intestinales basées sur la transformation de la flore bactérienne de l'intestin. — MM. Nepper et Riva pensent que la formation des muco-membranes intestinales est fonction de l'augmentation de la mucinase et de la diminution simultanée de la substance anti-coagulante, qui en permet la mise en valeur. Les mêmes auteurs ont retiré de la bile un extrait jouissant de propriétés anticoagulantes sur le mucus; mais ils n'ont pu en isoler la substance active. — M. M. Cohendy a constaté qu'une espèce étrangère aux hôtes habituels de l'intestin peut s'y acclimater sans qu'un régime alimentaire spécial ou quelque préparation soit nécessaire.

Séance du 24 Février 1906.

M. Guébet a entrepris l'étude de la transformation des substances hydrocarbonées par les bacilles du groupe paratyphique en milieu minéral. — MM. H. Roger et O. Josué ont observé que l'injection, dans les veines du lapin, de l'extrait d'intestin produit un abaissement très marqué de la pression artérielle; mais, si l'on a injecté préalablement de petites doses répétées, l'injection de fortes doses ne produit plus aucun effet. — M. M. Nicloux a constaté que le chloroforme passe de la mère au fœtus; ce passage est comparable, par sa rapidité, au passage de substances très solubles rapidement diffusibles, telles que l'alcool. — MM. C. Gautier et A. Morel décrivent une nouvelle réaction colorée du lait de vache; après addition de soude ou de potasse et repos de vingt-quatre heures, il se sépare à la partie inférieure un liquide transparent coloré en rouge cerise. — M. Ch. Féré a étudié l'influence des excitations sur la précision du mouvement. — MM. A. Carrel et C. C. Guthrie ont procédé à l'amputation, puis à la replantation d'une cuisse chez une petite chienne. La circulation s'est rétablie d'une façon normale; on n'a

constaté aucun trouble trophique, et les tissus se sont cicatrisés rapidement. — M. M. Sakorraphos considère la scrofule comme une tuberculose atténuée; l'organisme s'imbibé de petites doses de virus tuberculeux atténué et finit par s'immuniser complètement. — M. I.-G. Lache a étudié les boutons terminaux qui existent autour des cellules motrices de la moelle humaine. Ils sont formés d'une ou plusieurs grosses granulations incolores. — Le même auteur confirme l'existence de réseaux autour des cellules de Purkinje. — MM. A. Gilbert et M. Villaret signalent deux cas de parotidite unilatérale, du côté paralysé, chez deux hémiplegiques. — M. R. Legendre a étudié les modifications des cellules nerveuses d'*Helix pomatia* pendant l'asphyxie par immersion. Les cellules nerveuses grossissent rapidement, le noyau devient très volumineux et la chromatolyse est totale au bout de trois jours. — MM. C. Nicolle et Cathoire ont isolé d'une épidémie tunisienne deux échantillons de bacille paratyphique du type A, formant un groupe spécifique. Les infections qu'ils déterminent ne présentent, par contre, aucune spécificité. — M. L. Cesari a constaté que, chez les cobayes empoisonnés par la toxine tétanique, la crise épileptiforme provoquée par le passage d'un courant alternatif se produit comme chez les cobayes normaux. Les animaux intoxiqués chez lesquels on a provoqué ces accès présentent une légère survie en comparaison des témoins. — MM. D. Courtade et J.-F. Gayon ont reconnu que l'excitation du pneumogastrique exerce une influence accélératrice sur l'écoulement du liquide circulant dans le cholédoque. — MM. L. Bloch et Ch. Aubertin ont observé un cas d'éosinophilie myéloïde très nette chez une malade atteinte de dermatite polymorphe douloureuse. — M. A. Trillat a constaté la présence d'aldéhyde formique dans les produits de caramélisation, ce qui leur confère des propriétés antiseptiques. — MM. F. Vidal et P. Rostaine, en injectant une antiseptisatrice à des sujets atteints d'hémoglobinurie paroxystique a frigore, ont empêché l'explosion de la crise. — M. H. Isovresco a observé qu'au bout d'un certain temps les quantités d'eau oxygénée décomposée par des quantités croissantes de catalase hépatique sont rigoureusement proportionnelles aux quantités de catalase. — M. F. Guéguen a observé une maladie à sclérotos du collet des reines-marguerites; cette infection est due à un champignon qui se rapproche du *Stearophora* de la vigne. — M. J. Lefèvre montre qu'en dehors de tout travail et de toute fonction thermogénétique le corps produit et élimine en chaleur une énergie égale à celle de l'entretien de son mécanisme, qui est de 1,1 cal. par kilogramme. — M. M. Cohendy a constaté que les bactéries rejetées normalement par l'intestin forment près des deux tiers du volume des fèces; la plupart de ces microbes sont morts; les anaérobies y prédominent de beaucoup. — MM. M. Pacaut et P. Vigier montrent que les cinq aspects cellulaires décrits par eux dans les glandes salivaires de l'Éscarot correspondent à des phases successives de deux évolutions cellulaires aboutissant à la formation de mucus (muco-cyte) et de ferments (zymo-cyte).

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Février 1906.

M. J. Moitessier a obtenu de bons résultats dans la recherche directe de traces de glucose dans l'urine par le réactif cupropotassique en tube cacheté. — M. L. Borda décrit la structure des glandes mandibulaires des Mantidés; on y remarque une enveloppe externe, une mince membrane basilaire, un épithélium glandulaire et une mince membrane chitineuse. — Le même auteur a étudié les appendices glandulaires de l'intestin moyen des Phyllies. — M. C. Gautier décrit les lésions anatomiques liées à l'affection épizootique qu'il a observée chez le rat; les lésions pulmonaires révèlent un aspect pseudo-tuberculeux très net.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 2 Mars 1906.

M. Biernacki, à propos de la diminution, jusqu'à un certain minimum, de la résistance d'une couche d'air ionisé quand son épaisseur augmente, indiquée par MM. J.-J. Thomson et Rutherford en 1896, rappelle qu'il est arrivé, en 1894, à un résultat semblable avec l'étincelle, qui, d'après la théorie électronique, est un courant très rapide, assimilable à celui qui traverse un gaz ionisé par des agents extérieurs; il a donné en effet, pour représenter la résistance d'une étincelle de longueur l , la formule : $R = Al + B/l^n$, où A , B , n sont des constantes positives¹. — M. Maurice Hamy : Sur les franges de réflexion des lames argentées. Ces franges s'obtiennent au moyen d'un dispositif, rappelant celui de Fizeau, composé de deux surfaces très planes M et N , pouvant être légèrement inclinées l'une sur l'autre ou rendues exactement parallèles, au moyen de réglages spéciaux. L'une, M , est argentée à fond; l'autre, N , qui appartient à une lentille convergente L , est recouverte d'une couche d'argenteure transparente. M. Hamy a étudié deux catégories de franges fournies par ce système optique : les unes non localisées, les autres localisées dans le plan focal situé du côté de la face sphérique de la lentille L . Les premières prennent naissance en inclinant légèrement, l'une sur l'autre, les surfaces réfléchissantes et en faisant passer la lumière incidente, par l'intermédiaire d'un prisme à réflexion totale, à travers un petit diaphragme placé près du foyer. Elles s'observent, sans oculaire, en plaçant l'œil devant l'image de ce diaphragme, fournie par autocollimation. Les franges de la seconde catégorie s'obtiennent en amenant les surfaces réfléchissantes au parallélisme parfait et en supprimant le diaphragme limitant la face de sortie S du prisme que l'on éclaire en totalité. Elles s'observent avec un oculaire, dans l'image de la surface S fournie par autocollimation, et affectent la forme de demi-conférence décrite autour du foyer. Ces franges jouissent de propriétés particulières, en dehors de celles qui leur sont communes avec les franges de surfaces vitreuses. En général, les franges de l'une et l'autre catégorie sont dissymétriques; mais la symétrie peut être obtenue en donnant une épaisseur convenable à l'argenteure du plan N . Il existe même plusieurs classes de franges symétriques jouissant des propriétés suivantes : Lorsque l'argenteure du plan N possède un pouvoir réflecteur voisin de 0,3, les franges ressemblent, à l'éclat près, à celles des surfaces vitreuses. Toutefois, elles possèdent la faculté de se décomposer en plusieurs systèmes, pour des différences de marche convenables, lorsque la lumière incidente contient deux radiations voisines. Les maxima sont, du reste, un peu moins larges que les minima. Lorsque l'argenteure du plan N a un pouvoir réflecteur voisin de 0,5, la largeur des maxima est le dixième environ de celle des minima. Ces franges ressemblent à celles de MM. Pérot et Fabry, mais sont beaucoup plus lumineuses. Elles jouissent de leurs propriétés séparatrices et se prêtent à l'analyse des radiations complexes. Le dispositif qui leur donne naissance permet d'observer les franges sombres des raies des spectres d'absorption et les franges de superposition. Lorsque le pouvoir réflecteur du plan N est voisin de 0,9, le phénomène est tout différent. Les maxima sont complètement étalés et les minima se réduisent à des lignes noires d'une extrême finesse, d'aspect comparable aux raies solaires fournies par un réseau de Rowland. Ces franges ont des propriétés séparatrices encore plus accentuées que les précédentes. En dehors de ces franges symétriques, on peut en obtenir d'autres, qui présentent un aspect bien caractéristique, en donnant à l'argenteure du plan N un pouvoir réflecteur peu éloigné de 0,8. Les maxima et les minima sont alors

simultanément très déliés et presque en contact d'un côté. Ces propriétés sont communes aux franges localisées et non localisées. Cependant, lorsque la différence de marche augmente, la finesse des franges non localisées se modifie assez rapidement, tandis qu'elle persiste pour les autres, tant que le défaut d'homogénéité de la source ne se fait pas sentir. La théorie explique, dans leurs moindres détails, les propriétés si variées de ces franges. La considération des retards dus à la réfraction à travers la couche d'argent déposée sur le plan N , et à la réflexion sur ses deux faces, joue dans les raisonnements un rôle essentiel. Cette théorie fournit la loi de succession des maxima et des minima, en fonction de la différence de marche, qui n'est pas la même que pour les surfaces vitreuses, en général. Les phénomènes ne changent pas de nature si l'on remplace le miroir argenté, M , par une surface polie, taillée dans une substance quelconque, pourvu qu'elle réfléchisse la totalité de la lumière incidente. Cette propriété ne peut manquer de recevoir des applications dans les expériences réclamant des mesures très précises de petites variations de niveau de mercure. — MM. A. Cotton et C. Raveau font connaître les impressions qu'ils rapportent d'un voyage à Nancy, où ils sont allés voir les expériences récemment décrites par M. Gutton². Ils ont pu, pendant la journée presque entière du 24 février, assister à des expériences faites avec le dispositif déjà connu et avec un autre encore inédit, destinés tous deux à rendre manifeste l'action des rayons N par la variation d'éclat d'une étincelle secondaire. Dans une première série, certains résultats ont été très nets dans le sens prévu, et, malgré le nombre relativement petit des cas de succès, le phénomène ne paraissait pas pas capricieux que les indications d'un appareil quelconque de haute sensibilité qui ne serait pas protégé contre les perturbations extérieures. Malheureusement, par la suite, les présomptions favorables qui avaient été conçues d'abord se sont évanouies. Les expériences suivantes ont, en effet, été tentées : 1° L'étincelle secondaire étant réglée et montrant un changement marqué d'intensité à la suite de la manœuvre de l'écran interposé devant la lanterne, on enlève celle-ci avec la lampe Nernst qu'elle contient : aucune variation de l'étincelle n'a été observée au moment où l'on faisait cette opération. L'expérience consistant à éteindre la lampe n'a pas été faite, car le filament, dans l'opinion de M. Gutton, continue à émettre des rayons N longtemps après l'extinction. 2° On a cherché à supprimer l'action attribuée aux rayons N d'une autre façon : en plaçant à l'intérieur de la lanterne, derrière le filament, une lame de plomb épaisse et en faisant tourner le tout de 180°. Le résultat a été négatif. Ces expériences négatives ont été faites sans toucher, après les réglages préliminaires, à l'écran de zinc placé devant la lanterne. Cet écran porte sur une de ses moitiés une feuille de papier mouillé et on peut le faire glisser de façon à interposer la moitié recouverte ou la moitié nue. Dans les expériences, c'est toujours sur la même moitié que se trouvait la feuille de papier mouillé. MM. Cotton et Raveau auraient désiré que l'on transportât la feuille de papier sur l'autre moitié : cette expérience, qu'ils ont demandée, n'a pas été tentée. — M. D. Berthelot donne la description de l'usine centrale d'électricité de Saint-Denis (voir p. 259).

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 23 Février 1906.

M. H. Copaux décrit la préparation et les propriétés générales de l'acide silicomolybdique et des silicomolybdates. Il a déterminé la composition et la forme cristalline d'environ 25 de ces sels; les résultats obtenus montrent l'extrême analogie des acides silicomolybdique et silicotungstique, et notamment la relation qui existe entre la valeur d'un oxyde et l'hydratation du

¹ Journal de Physique, 3^e série, t. IV, p. 464; 1895.² C. R. du 15 janvier 1905 et Rev. du 30 janv., p. 58.

Vice-présidents : MM. C. Chree, H. M. Elder, J. A. Fleming et J. Swinburne ;
 Secrétaires : MM. W. R. Cooper et W. Cassie ;
 Secrétaire étranger : M. S. P. Thompson ;
 Trésorier : M. H. L. Callender ;
 Bibliothécaire : M. W. Watson.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

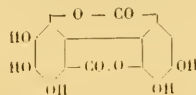
Séance du 1^{er} Février 1906.

M. T. Haga a obtenu, par hydrolyse des hydroxylaminotrisulfonates métasulfazilates de Frémy), une nouvelle série de sels, les hydroxylamine- α -disulfonates $\text{KSO}_3\text{OAzH.SO}_3\text{K}$, isomères avec les sulfazilates de Frémy ou hydroxylamine- β -disulfonates $\text{HOAz(SO}_3\text{K)}_2$. L'auteur estime que c'est le premier cas incontestable d'isomérisie de structure parmi les composés inorganiques. Les nouveaux sels sont solubles dans l'eau et très stables. — M. M. O. Forster, en ajoutant un sel de diazonium à une solution aqueuse de nitrate de camphoryl- ψ -semicarbazide, a obtenu le dérivé correspondant du benzène-diazo- ψ -semicarbazinocamphre. Les alcalis dilués le résolvent en camphoryl- ψ -carbamide et phénylazoimide. — MM. A. W. Stewart et E. C. G. Baly déduisent de leurs études sur les spectres d'absorption que, dans les α -dicétones, il existe une vibration ressemblant jusqu'à un certain point à celle qu'on trouve dans le cas de l'acétoacétate d'éthyle et de ses dérivés. Cette vibration est produite par un changement dans les relations entre les atomes de carbone et d'oxygène, et elle ressemble à la transition de la forme cétonique à la forme énolique et vice-versa. [Les deux phases extrêmes peuvent étre représentées par les formules :



La transformation de la première dans la seconde produit un groupe carbonyle naissant, plus actif que le carbonyle normal. Les auteurs proposent pour cette vibration le terme d'*isorropèse* ; elle produit une absorption de lumière dans la région du bleu visible, de sorte que les substances sont colorées en jaune intense. On observe chez les quinones le même phénomène qu'avec les α -dicétones ; on le constate également chez les corps ayant une liaison quinoidale et contenant un atome d'Az à la place de l'un ou des deux atomes d'oxygène des quinones. On en déduit que le processus d'isorropèse a lieu également entre les atomes d'Az non saturés et les atomes d'oxygène des cétones. — M. F. D. Chattaway a constaté que la coloration rouge prise par la benzaldéhyde-phénylhydrazine après exposition à l'air et à la lumière est due uniquement à l'action des parties bleue et violette du spectre, et que la présence ou l'absence de l'air n'a aucune influence. Cette coloration est probablement due à une transformation isomérique : $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH:Az.AzH.C}_6\text{H}_5 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH(Az:Az).C}_6\text{H}_5$. — MM. C. H. Burgess et D. L. Chapman poursuivent leurs recherches sur la période d'induction dans l'union du chlore et de l'hydrogène. Les effets observés doivent étre dus à l'action retardatrice d'une impureté, composé gazeux résultant de l'action du chlore sur AzH_3 . — MM. G. Barger et A. J. Ewins ont déterminé par leur méthode microscopique le poids moléculaire de l'épinéphrine adrénaline, en employant l'acide acétique et la benzaldéhyde à 90°. La moyenne des valeurs obtenues est 179, correspondant à la formule $\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{O}_3\text{Az}$. — M. J. L. Brown a déterminé la température critique et la valeur de M pour un certain nombre de composés du carbone. Cette dernière valeur s'élève légèrement avec l'augmentation des groupes CH_3 dans les séries des alcools, acides et éthers aliphatiques ; elle est très constante pour les hydrocarbures aromatiques. — M. M. Smith a observé l'oxydation de l'ammoniac à la température ordinaire en présence de l'air et de l'eau au moyen de catalyseurs : Fe^{+3} ,

SnO_2 , MnO_2 ; il se forme des nitrites et nitrates. Pt n'a d'action qu'un peu au-dessous du rouge sombre. L'oxydation a lieu aussi par induction en présence de métaux subissant l'oxydation à l'air. — M. P. C. Ray a étudié la décomposition du sel de Fischer par la chaleur ; elle est représentée par l'équation : $\text{Co}^2(\text{AzO})_2 \cdot 6\text{K}_2\text{AzO}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O} = \text{Co}^{+3} + 6\text{AzO} + 3\text{K}_2\text{AzO}^+ + 3\text{K}_2\text{AzO}^+ + 3\text{H}_2\text{O}$. — M. J. Leicester, en réduisant par III la quinonellurindine obtenue par l'action de l'6-nitroaniline sur la benzoquinone, a préparé l'homellurindine. — M. A. G. Perkin, en oxydant l'acide gallique dissous dans H_2SO_4 par le persulfate de potassium, a obtenu une matière colorante jaune cristallisée, qu'il nomme *acide flavellagique*, $F. > 360^\circ$; elle donne un dérivé pentacétylé, $F. 317-319^\circ$, et un dérivé pentabenzoylé, $F. 287-289^\circ$. Par digestion avec KOH bouillante, cet acide est converti en une substance donnant un dérivé hexacétylé, qui a été reconnue pour l'hexahydroxydiphénylméthylolide. On en déduit que l'acide flavellagique est l'acide hydroxylagique :



Quand l'acide gallique est oxydé en solution acétique par H_2SO_4 et le persulfate, il se forme seulement de l'acide ellagique. — MM. R. H. Pickard et J. Kenyon ont préparé facilement les oxydes de phosphines tertiaires par action de POCl_3 sur les composés organomagnésiens. Ces oxydes se combinent avec les acides, les sels métalliques et les iodures organomagnésiens pour donner des composés de formules : $(\text{R}^3\text{PO})_3\text{H}^+\text{X}^-$, $(\text{R}^3\text{PO})_3\text{M}^+\text{X}^-$ et $(\text{R}^3\text{PO})_3\text{CH}^+\text{Mg}^-$. — M. H. J. S. Sand décrit une méthode pour le dépôt électrique rapide des métaux en vue de l'analyse. L'argent est séparé du cuivre en six minutes en solution acétique bouillante sans le concours d'une électrode auxiliaire.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 19 Octobre 1905.

M. J. H. Bowman présente quelques études sur la cristallisation au point de vue pratique. Le mélange d'un colloïde à une substance cristalline fondue ou d'une solution de colloïde à une substance cristalline en solution influe généralement sur la cristallisation en produisant un ou plusieurs des résultats suivants : 1^o empêchement absolu de la cristallisation ; 2^o suppression de quelques directions de croissance cristalline ; 3^o augmentation du cristal à des proportions anormales pour en faire un cristal composé ; 4^o déliguration, torsion ou courbure du cristal ou de ses parties. L'auteur explique ces phénomènes par les deux hypothèses suivantes : 1^o Il y a des lignes de force selon lesquelles la cristallisation a lieu qui diffèrent en intensité suivant la forme du cristal et aussi suivant qu'elles sont principales ou subordonnées ; 2^o L'apport de matière au cristal en formation n'est pas aussi rapide que la force de cristallisation l'exigerait.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Novembre 1905.

M. J. Alexander décrit une série d'essais qui peuvent étre employés pour l'estimation des colles et gélatines et donne quelques indications pratiques sur le choix et le mode d'emploi de celles-ci. — M. W. D. Horne étudie l'industrie du sucre à Cuba. Elle a une grande importance, puisqu'elle fournit environ un million de tonnes de sucre brut sur les 12 millions que comporte la production mondiale annuelle. La presque totalité de ce sucre est envoyée aux raffineries des Etats-Unis, dont

elle forme les 40 % de l'alimentation. Entrant dans les détails de la fabrication, l'auteur montre que la routine y joue encore un trop grand rôle et que l'adoption plus générale des méthodes scientifiques de recherche et de contrôle permettrait de réaliser d'importants progrès.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 11 Janvier 1906.

M. Waldeyer présente une Note sur les cerveaux des tribus du Sud-Ouest africain, discutant la structure de 9 cerveaux d'Iléreros et de 2 d'Ovambos. Il semble exister deux types de cerveau : l'un allongé et à sinuosités bien subdivisées ; l'autre plus court, à sinuosités moins compliquées. — M. Koenigsberger adresse une communication relative aux équations de Maxwell, que l'auteur réduit à un principe de minima, et notamment au principe de Hamilton pour les intégrales multiples, étendu à un nombre quelconque de variables indépendantes. Les équations en question se trouvent par là rattachées à la Mécanique générale. — M. J. Schur présente des recherches arithmétiques relatives à des ensembles finis de substitutions linéaires. L'auteur vient d'étudier les représentations d'un ensemble fini de l'ordre h , irréductibles dans un corps algébrique donné. Dans les conditions qu'il établit, une représentation irréductible dans le domaine de tous les nombres est équivalente à une autre dont les coefficients peuvent s'exprimer rationnellement par les racines h^{mes} de l'unité.

Séance du 18 Janvier 1906.

M. F. E. Schulze présente des contributions à l'anatomie des poumons des Mammifères. En calculant, au moyen du diamètre et du nombre des alvéoles pulmonaires, la surface respiratoire totale de plusieurs Mammifères, l'auteur constate une relation entre celle-ci et la masse du corps, ainsi que la grandeur et l'intensité de l'économie du corps. Des trous circulaires ou de forme ovale à bords lisses existent, en nombres très variables, dans les alvéoles de tous les Mammifères. — M. Schottky présente un supplément à une Note antérieure sur le théorème de Picard et les inégalités de Borel, expliquant la nature d'une fonction auxiliaire qui y entre. — M. Stumpf présente un Mémoire sur la classification des Sciences. Afin de tenir compte des caractères essentiels de certaines sciences, telles que la Psychologie, l'Histoire, les Mathématiques, il convient de se servir, au lieu d'un seul principe, de raisons de classification multiples, s'entre-croisant et mettant en lumière la variété des sciences, chacune d'un point de vue spécial.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 12 Janvier 1906.

M. R. Pohl présente les résultats de quelques mesures faites sur le conseil de M. Warburg, relativement aux effets exercés par les décharges électriques silencieuses sur l'ammoniac et l'oxygène. Ces décharges étaient produites par un condensateur analogue à ceux de Siemens, à diélectrique partiellement gazeux, par des courants alternatifs sinusoïdaux à haute tension de cinquante périodes. L'auteur distingue le courant dit de *capacité*, consommé par le dispositif en tant que condensateur, du courant lumineux de conduction, dont il est seul tenu compte. La première composante du courant est déterminée par des mesures faites sur un ozoniseur, à l'intérieur duquel on a établi le vide, de façon à éliminer tout courant de conduction. L'auteur constate, pour des potentiels croissants, un accroissement graduel de la quantité d'ammoniac décomposée par l'unité d'électricité et une décroissance du rendement économique à partir du potentiel de 7.000 volts. Dans le cas de l'oxygène, il trouve un maximum du coefficient économique pour 6.500 volts

et une décroissance linéaire entre 7.000 et 10.000 volts. Pour les densités de courant croissantes, les quantités d'ammoniac décomposées soit par l'unité d'électricité, soit par l'unité de travail, augmentent. — M. F. Neesen a continué ses essais de détermination photographique des éléments de projectiles, en employant des appareils disposés latéralement par rapport à la trajectoire. Les deux appareils extrêmes, disposés à 6 mètres de distance, servaient à déterminer la position du projectile, tandis que deux autres appareils, disposés à mi-distance entre eux, comportaient, l'un un tambour enveloppé d'une pellicule et mû par un moteur, et l'autre une section de tambour fixe portant également une pellicule photographique. La vitesse de rotation du tambour mobile est déterminée au moyen d'un diapason enregistreur au moment du passage du projectile, lequel renferme un dispositif d'allumage à magnésium dont la flamme, à chaque rotation du projectile, dessine un trait sur les plaques des appareils. Les traits marqués sur la pellicule tournante, ainsi que leurs distances mutuelles, sont plus longs que ceux de la pellicule stationnaire, et la différence entre les distances des centres de traits consécutifs sur l'un et l'autre tambour donne le chemin parcouru par la circonférence tournante pendant une rotation complète du projectile, dont le temps se calcule par la vitesse de rotation du tambour. Le nombre de tours exécutés par seconde par le projectile décroît régulièrement, à savoir de 40 % pour une distance de 3.000 mètres, la vitesse initiale étant de 300 mètres par seconde. Cette méthode donne tous les éléments de la trajectoire, à l'exception de la durée de projection, dont elle facilite néanmoins le calcul.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Janvier 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : *Un groupe de complexes dont la surface singulière se compose d'une surface réglée et d'un certain nombre de plans*. L'auteur considère une surface réglée rationnelle p^{me} d'ordre n , admettant une droite d de la multiplicité $n-1$, et en range les génératrices dans une involution I_p d'ordre p ; ainsi chaque couple de génératrices l, l' d'un même groupe de l'involution I_p détermine une congruence $(1,1)$, dont le complexe en question est le lieu géométrique. Le complexe est de l'ordre $(n-1)(p-1)$; sa surface singulière se compose de 2^n et de $(n-2)(p-1)$ plans principaux. Le lieu des transversales communes de quadruples de droites l d'un même groupe de l'involution I_p est une surface de l'ordre $\frac{1}{12}(p-1)(p-2)(p-3)(4n-9)$, faisant partie du complexe. — M. W. Kapteyn : *Sur le quotient de deux fonctions consécutives de Bessel*. Seconde communication (pour la première, voir *Rev. génér. des Sciences*, t. XVII, p. 160). Relations entre les coefficients f du développement :

$$\frac{I_{p+1}(z)}{I_p(z)} = f_1 z + f_2 z^2 + f_3 z^3 + \dots$$

M. H. G. van de Sande Bakhuysen présente au nom de M. H. J. Zwiers : *Recherches sur l'orbite de la comète périodique de Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique*. Après la réapparition de la comète en 1899-1900, M. Zwiers a calculé les perturbations qu'elle éprouvait de la part de Jupiter, de Saturne et de la Terre; à l'aide de l'éphéméride déduite de ce calcul, publiée dans le n° 3553 des *Astronomische Nachrichten*, la comète a été retrouvée par l'instrument de l'Observatoire Lick. Ici l'auteur corrige cette éphéméride en tenant compte des perturbations éprouvées de 1899 jusqu'à 1906. Le travail se termine par une table faisant connaître les positions apparentes de la comète depuis le 1^{er} mai jusqu'au 31 décembre 1906.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. J. Julius : *Une nouvelle méthode pour déterminer la loi selon laquelle le rayonnement du disque solaire diminue du centre au bord*. Tout ce qu'on sait jusqu'à présent de la distribution du pouvoir de rayonnement sur le disque solaire, repose sur des expériences dans lesquelles on a exploré

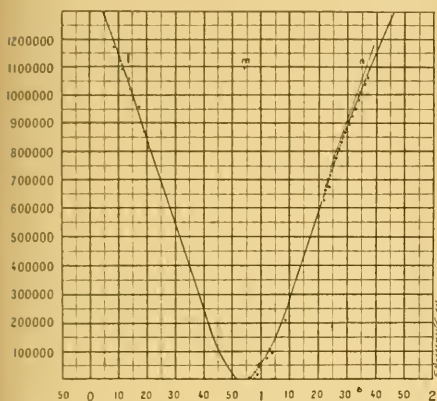


Fig. 1. — Partie moyenne de la courbe du rayonnement pendant l'éclipse de Soleil du 30 août 1905.

l'image du Soleil à l'aide d'un photomètre, d'une pile thermique ou d'un bolomètre. Les résultats obtenus de cette manière sont troublés par la dispersion des rayons lumineux dans l'atmosphère terrestre. Cette perturbation a pour conséquence le nivellement des différences : la décroissance de l'intensité en procédant du centre vers le bord a été trouvée trop petite. Si l'on

au quatrième contact l'intensité du rayonnement en fonction du temps, on saurait le montant de l'accroissement ou de la décroissance du rayonnement total dans un intervalle de temps donné quelconque. Cet accroissement, positif ou négatif, est dû exclusivement aux rayons émis par la petite bande du disque solaire parcourue dans cet intervalle par le limbe de la Lune. Divisons le temps écoulé après le troisième contact en parties égales, par exemple de deux minutes. Indiquons la position du limbe de la Lune sur le disque solaire à la fin de chaque intervalle. Ainsi le disque

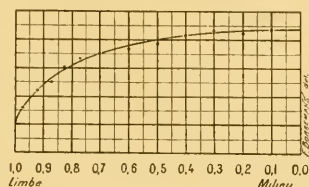


Fig. 2. — Pouvoir de rayonnement du disque solaire.

solaire est divisé en environ 39 bandes minces, faisant croître le rayonnement total de quantités connues a, b, c, d, \dots . Distinguons ensuite sur le disque solaire n zones concentriques, aux pouvoirs de rayonnement x_1, x_2, \dots, x_n , par unité de surface. Alors une des 39 bandes en question contribue au rayonnement pour la quantité $\delta_1 x_1 + \delta_2 x_2 + \dots + \delta_n x_n$, si cette bande se compose de δ_1 unités de surface de la première zone, δ_2 de la seconde, etc. Ainsi la connaissance des 39 quantités a, b, c, d, \dots mène à 39 équations linéaires entre les quantités x_1, x_2, \dots, x_n . Pour l'évaluation des coefficients $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$, etc., l'auteur s'est servi de la méthode expérimentale de pesage. Sur une feuille de papier

TABLEAU I. — Variations de l'intensité du rayonnement du disque solaire en allant du centre au bord.

DISTANCE du centre du disque solaire	EXPÉRIENCES SPECTRO-PHOTOMÉTRIQUES DE H.-G. VOGEL						RAYONNEMENT TOTAL D'APRÈS		
	405-412 $\mu\mu$	440-446 $\mu\mu$	467-473 $\mu\mu$	510-515 $\mu\mu$	575-585 $\mu\mu$	658-666 $\mu\mu$	Wilson	Frost	Julius
0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
0,1	99,6	99,7	99,7	99,7	99,8	99,9	99,9	99,9	99,8
0,2	98,5	98,7	98,8	98,7	99,2	99,5	99,6	99,4	98,6
0,3	96,3	96,8	97,2	96,9	98,2	98,9	98,8	98,4	96,6
0,4	93,4	94,1	94,7	94,3	96,7	98,0	97,3	96,3	94,0
0,5	88,7	90,2	91,3	90,7	94,5	96,7	95,3	94,6	90,3
0,6	82,4	84,9	87,0	86,2	90,9	94,8	92,5	89,8	85,5
0,7	74,4	77,8	80,8	80,0	84,5	91,0	88,7	84,6	79,5
0,75	69,4	73,0	76,1	75,9	80,4	88,1	—	—	75,3
0,8	63,7	67,0	71,7	70,9	74,6	84,3	83,9	77,9	70,1
0,85	56,7	59,6	65,5	64,7	67,7	79,0	—	—	63,5
0,9	47,7	50,2	57,6	56,5	59,0	71,0	74,9	68,0	55,0
0,95	34,7	35,0	45,6	44,0	46,0	58,0	—	40,5	44,0
1,0	13,0	14,0	16,0	16,0	25,0	30,0	45,1	—	24,0

dédit le pouvoir rayonnant des diverses parties du disque solaire de la marche de l'intensité du rayonnement total pendant une éclipse, au contraire les résultats sont indépendants de l'influence de la diffusion par l'atmosphère terrestre. L'auteur a employé cette dernière méthode, en se servant des mesures faites par lui à Burgos, le 30 août 1905, à l'aide d'une pile thermique extrêmement sensible, exposée au rayonnement sans l'intermédiaire de miroirs ou de lentilles. Si l'on disposait de la courbe qui exprime du premier

homogène, il a dessiné le disque solaire avec la division en 39 bandes et en 13 zones concentriques : après avoir découpé les pièces correspondant aux coefficients, il en a déterminé séparément le poids. Les valeurs des quantités a, b, c, \dots ont été empruntées à la courbe du rayonnement (fig. 1), réduite à la même hauteur du Soleil. La solution des équations donne, pour le rayonnement par unité de surface des 13 zones, les valeurs représentées graphiquement dans la figure 2. Au moyen d'une ligne continue menée par les points trouvés,

l'auteur est parvenu aux résultats déposés dans la dernière colonne du premier des deux tableaux ci-joints, dont les autres colonnes ont trait aux résultats analogues d'autres expérimentateurs. En comparant les

cristal biaxial autour d'un centre de vibration. Un des problèmes importants de la théorie électromagnétique de la lumière consiste dans la détermination de la condition électromagnétique dans un cristal, due à un

TABLEAU II. — Résultats des expériences de M. Very.

DISTANCE du centre	EXPÉRIENCES SPECTRO-BOLOMÉTRIQUES DE F.-W. VERY						
	416 $\mu\mu$	468 $\mu\mu$	550 $\mu\mu$	615 $\mu\mu$	781 $\mu\mu$	1010 $\mu\mu$	1560 $\mu\mu$
0,5	85,8	90,2	93,3	91,8	94,1	94,3	95,9
0,75	74,4	76,4	83,1	84,5	88,5	89,1	95,0
0,95	74,1	46,2	58,7	68,1	71,9	76,5	85,6

résultats de M. Julius à ceux qu'ont obtenus MM. Vogel, Wilson, Frost et Very, on voit, en effet, que la méthode nouvelle fait trouver une décroissance plus forte de l'intensité du rayonnement en procédant du centre vers le bord. A la fin, l'auteur s'occupe des explications différentes de ce phénomène. Il réfute l'opinion généralement adoptée que l'absorption dans l'atmosphère solaire en serait la cause principale; au contraire, l'explication basée sur la réfraction, en rapport avec la théorie du Soleil due à M. A. Schmidt, lui semble beaucoup plus plausible. — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. O. Postma : *Quelques remarques sur la quantité H de Boltzmann*. D'après Boltzmann [« Vorlesungen über Gastheorie », § 6], la quantité $H = f \cdot T \cdot dw$, qui atteint une valeur minimale chez un gaz à l'état stationnaire, a encore ceci de particulier que cette valeur minimale correspond à la probabilité maximale pour que les molécules du gaz aient des vitesses dont la distribution est indiquée par la fonction f . L'état stationnaire du gaz représenterait donc en même temps son état le plus probable. La distribution des vitesses moléculaires dite « de Maxwell » résultant de ce que la quantité H passe par sa valeur minimale et de la condition que l'énergie cinétique de n molécules doit avoir une valeur déterminée, ce serait donc cette distribution qui représenterait l'état le plus probable. D'après l'auteur, le raisonnement de M. Boltzmann manque de rigueur, la supposition que les probabilités *a priori* pour les molécules du gaz d'obtenir une vitesse quelconque sont égales pour les vitesses possibles étant inadmissible. En effet, dans cette hypothèse, la vitesse moyenne des molécules ne pourrait pas toujours être finie et l'énergie cinétique de n molécules serait infinie en général. De plus, l'auteur fait voir que la démonstration de la loi des vitesses de Maxwell donnée par J. H. Jeans [The dynamical Theory of gases, Cambridge, 1904], et introduite par ce savant comme une méthode de dynamique générale, ne diffère pas essentiellement de la démonstration discutée de Boltzmann et que, par conséquent, elle prête à la même critique. — Ensuite, M. Lorentz présente, au nom de M. L. S. Ornstein : *Sur le mouvement d'un fil métallique à travers la glace*. Discussion mathématique sur l'expérience connue du regel. L'auteur suppose qu'au-dessous du fil cylindrique de rayon R se trouve une couche concentrique d'eau d'épaisseur minimale d . Il trouve que la vitesse de la descente du fil portant un poids assez considérable est proportionnelle à $\frac{d^3}{R^2}$ ou à $\frac{d^3}{R^3}$ suivant que l'on néglige ou que l'on tient compte de la courbure du fil. Pour que le fil courbé descende en entier d'une vitesse constante, il faut que la courbe soit représentée par l'équation $y = -k \log \cos \frac{x}{k}$ où k est une constante. — Enfin M. Lorentz présente, au nom de M. H. B. A. Bockwinkel : *Sur la propagation de la lumière dans un*

mouvement de lumière émis d'un point O. Pour fixer les idées, l'auteur suppose que la cause de ce mouvement est une force électromagnétique périodiquement alternante, agissant dans l'élément de volume τ situé autour du point O. Alors cet élément émane de l'énergie dans toute direction, le montant de cette énergie par surface conique infiniment petite donnée dépendant de la direction par rapport à celle de la force électromagnétique et aux axes de symétrie électriques. Ici l'auteur détermine cette énergie dans le cas de points situés à des distances assez considérables de la source O. Au lieu de se servir des résultats obtenus par M. J. Grünwald (Livre jubilaire de Boltzmann, p. 518), qui se rapportent à un milieu élastique fixe, il ramène la question du problème à celles d'ondes planes à l'aide d'une formule de M. Lorentz, où une fonction continue des coordonnées est représentée par une intégrale par rapport aux cônes infiniment petits à sommet commun O, qui forment ensemble tout l'espace autour de ce point. — M. H. Kamerlingh Onnes présente, au nom de M. J. E. Verschaffelt : 1° *Contributions à la connaissance de la surface ϕ de van der Waals*; X. Sur la possibilité de prédire les propriétés des mélanges, connaissant celles des composants. L'auteur se propose de faire voir que l'équation originale :

$$p = \frac{RT}{v - b_c} - \frac{a_c}{v^2}$$

de van der Waals, où

$$a_c = a_{11} \frac{1 - x^2 + 2a_{12}x(1 - x) + a_{22}x^2}{b_{11} \frac{1 - x^2 + 2b_{12}x(1 - x) + b_{22}x^2},$$

et où l'on a introduit les suppositions si simplifiantes

$$a_{12}^2 = a_{11}a_{22}, \quad b_{12}^2 = b_{11}b_{22}.$$

donne une représentation assez précise des propriétés particulières des mélanges; 2° *Appendice à une communication antérieure* (Revue gén. des Sciences, t. XV, p. 31). Rectification. — M. A. F. Holleman : *Sur la nitration du metadibromobenzène en ortho et méta*. — Ensuite M. Holleman présente, au nom de M. J. J. Blanksma : *Sur l'introduction d'atomes d'halogènes dans le noyau benzénique pendant la réduction des composés nitrés aromatiques*. — M. P. van Romburgh présente, au nom de M. C. J. Enklaar : 1° *Sur l'o-cymène et le myrcène, une contribution à la connaissance des terpènes aliphatiques*; 2° *Sur quelques alcools de terpènes aliphatiques*.

3° *SCIENCES NATURELLES*. — M. P. P. C. Hoek : *La polyandrie chez Scapellum Stearns*. — M. F. A. F. C. Went présente la thèse de M. A. A. Pulle : *An enumeration of the vascular plants from Surinam, together with their distribution and synonymy*.

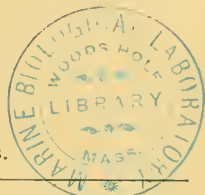
P. H. SCHOETE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.



Adressez tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 39, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

C. Phisalix. — Nous avons le regret d'annoncer à nos lecteurs le décès de notre distingué collaborateur C. Phisalix, assistant au Muséum d'histoire naturelle. Voici en quels termes M. J.-P. Langlois a retracé l'œuvre du défunt devant sa tombe :

Phisalix était, suivant l'expression du XVIII^e siècle, un « curieux de la Nature ». Son esprit chercheur le poussait, en effet, à porter ses investigations dans les différentes branches du domaine biologique.

Ses travaux sur les chromatophores des Céphalopodes le classent parmi les biologistes zoologistes. Dans ses longues et patientes recherches au Laboratoire de Hoescoff, il réussit à pénétrer le mécanisme de la chromo-contraction, à donner la clef d'un phénomène peu connu avant lui.

Bactériologiste, il s'attaque à la biologie si troublante de la bactérie charbonneuse et, ici encore, il a la joie d'apporter une nouvelle page à l'histoire déjà bien chargée de cet agent pathogène : il parvient à créer une race asporogène.

Mais l'œuvre principale de Phisalix est constituée par son étude macrolaire sur les venins¹. Ce sont ses travaux, faits en collaboration avec Bertrand, et ceux de Calmette qui ont doté la science française de cette nouvelle conquête si précieuse : la vaccination contre les morsures des serpents. Notre collaboration dans l'étude physiologique du venin de la salamandre fut le point de départ de ses recherches sur les substances viciantes contre les poisons des glandes à venin. Résolvant le « problème », il montre tout d'abord que la substance toxique du venin de la vipère existe dans le sang de l'animal, que, par le chauffage, on peut obtenir dans le venin et même dans le sang une substance vaccinante. Enfin, il parvient à expliquer l'immunité des serpents contre leur propre venin par l'existence d'une substance antitoxique coexistant dans le sang.

Malgré une santé depuis bien longtemps précaire, Phisalix fut toujours un travailleur infatigable ; il avait trouvé en M^{me} Phisalix une collaboratrice fidèle. La

Revue adresse à cette dernière l'expression de sa vive et respectueuse sympathie.

§ 2. — Astronomie

A propos du spectrohéliographe. — On sait que le récent Congrès des Astrophysiciens, qui s'est réuni à Oxford, a mis en première ligne, parmi les questions qui se posaient à lui, l'organisation d'une coopération internationale pour les études spectrohéliographiques du Soleil. Le Congrès a projeté de se réunir à nouveau en 1907, afin de régler les derniers détails de cette grande entreprise de coopération scientifique, et il a décidé de siéger à l'Observatoire de Meudon, en l'honneur de M. Janssen, l'illustre directeur de cet établissement.

Il ne paraît peut-être pas inutile, à ce propos, de rappeler brièvement aux lecteurs de la *Revue* le principe et le but du spectrohéliographe, d'autant plus que des documents récents ont éclairé d'une lumière décisive la question de la priorité dans l'invention et le premier emploi de cet instrument, priorité qui avait fait, en ces dernières années, l'objet de contestations entre divers astrophysiciens.

Depuis la découverte, en 1868, Lockyer et Janssen, d'une méthode spectrale permettant l'étude journalière des éruptions protubérantes et de la chromosphère sur le bord du disque solaire, un problème nouveau s'imposait : l'extension à toute la surface du disque de ce mode de recherches.

En 1889, M. G. E. Hale résolvait complètement la question en publiant la description d'un instrument appelé par lui spectrohéliographe et qui, du premier coup, lui donna des résultats remarquables en permettant l'enregistrement automatique, par la photographie, de la chromosphère et des protubérances projetées sur le disque. Le principe en est extrêmement simple : c'est un spectroscopie à vision directe, où l'oculaire est remplacé par une deuxième fente tout près de laquelle se place une plaque photographique. L'image du Soleil étant projetée sur la première fente, on choisit dans le spectre qui se produit une raie, H₂ par exemple, et on la fait coïncider avec la deuxième fente, qui ne laisse donc passer que cette radiation. En donnant au spectroscopie un mouvement de rotation autour de son centre optique et perpendiculairement à la direction

¹ Il en a exposé, ici même, à plusieurs reprises, les principaux résultats.

des deux fentes, les positions successives de la fente projettent sur la plaque photographique l'image monochromatique de toute la surface du disque solaire.

Tel est, dans sa forme schématique, le spectrohéliographe, dont la construction et le premier emploi sont tout à l'honneur de M. G. E. Hale¹.

M. Hale a, d'ailleurs, reconnu depuis, avec une modestie digne de son talent, que le principe d'instruments ayant quelque analogie avec le sien avait été indiqué dès 1869 par M. Janssen, puis par Braun, de Kaloesa, en 1872, et enfin par Lohse, de Potsdam, en 1880. Mais il n'en reste pas moins que M. Hale a été le premier à construire l'instrument sous sa forme pratique, et à lui faire donner des résultats positifs dès le début.

L'instrument était, d'ailleurs, appelé à rendre des services qu'on n'avait pas d'abord soupçonnés, sa destination primitive étant bornée à l'étude des éruptions solaires d'hydrogène. M. Hale ayant eu l'idée de se servir des raies H et K du calcium, que l'on voit partout « brillantes » sur le disque solaire, réussit à obtenir l'enregistrement photographique des nuages brillants qui surmontent les « facules » et leur donna le nom de « flocculi ». Il découvrit ainsi que la distribution des masses de vapeur de calcium au-dessus de la surface solaire est extrêmement différente de celle de l'hydrogène.

Depuis 1892, et sous la direction de son inventeur, l'appareil fonctionne régulièrement tous les jours clairs, et les résultats déjà obtenus sont trop connus pour que nous y insistions.

Dès que les travaux de Hale furent connus, divers savants comprirent tout le parti qu'il y avait à tirer de la nouvelle méthode; elle fut tout de suite appliquée avec quelques modifications par M. Evershed en Angleterre (1893), puis à Paris par M. Deslandres, qui, après avoir photographié quelques sections du disque en 1893, réussit très bien l'image entière en 1894; M. Deslandres attribua à des protuberances les renversements brillants des raies H et K que la photographie lui montrait. Nous savons maintenant, comme l'a montré Hale, « que ce sont des nuages incandescents de calcium et d'hydrogène qui se produisent au niveau de la base de la chromosphère et offrent la plus grande analogie avec les granulations photosphériques ».

Mais, si précieux que soient les résultats déjà obtenus avec le spectrohéliographe, il est évident qu'on ne pourra tirer de ce merveilleux instrument tout ce qu'il peut donner que le jour où son emploi, systématisé dans toutes les régions du globe, permettra l'étude ininterrompue de l'atmosphère basse du Soleil, à toutes les heures du jour, et indépendamment des mauvaises conditions atmosphériques qui, dans une station isolée, interrompent si fréquemment les recherches.

Ce sera l'œuvre du prochain Congrès des Astrophysiciens de réaliser sur ce point une coopération internationale, si souhaitable à tant d'égards. En décidant de tenir ce congrès à l'Observatoire de Meudon, les astronomes de tous les pays ont voulu rendre un juste hommage à M. Janssen, à qui, comme nous l'avons dit, revient la première idée du principe du spectrohéliographe.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Locomotive à vapeur surchauffée des Chemins de fer prussiens. — La Société berlinoise de construction mécanique vient de construire, pour les Chemins de fer de l'Etat prussien, une locomotive à vapeur surchauffée destinée à la traction de trains rapides sur des lignes à trafic intense.

Ces conditions de fonctionnement obligent à donner à la locomotive une adhérence suffisante, tout en lui laissant l'élasticité que doivent avoir, pour se plier au passage rapide des courbes, les machines motrices de trains express.

La caractéristique de la locomotive est l'emploi d'un surchauffeur de vapeur Schmidt, installé dans la chambre de fumée; il consiste en un certain nombre d'éléments tubulaires recourbés en forme d'I et qui se terminent à leurs deux bouts dans des chambres collectrices.

Ces tubes sont chauffés directement par les gaz du foyer, amenés à une température de 800 à 1.000° C. par l'intermédiaire d'un canal de 305 millimètres de diamètre environ. Ils sont intérieurement parcourus par la vapeur vive de la chaudière, qui s'y chauffe, s'y dessèche et prend ainsi une température de beaucoup supérieure à celle de la saturation avant d'arriver aux cylindres.

Malgré la perte de calorique qu'elle subit dans ceuci, et qui, dans d'autres types de machines, a pour effet de provoquer une condensation représentant une utilisation de puissance sensible, la vapeur se trouve encore à une température telle que la condensation ne peut se produire et que la vapeur reste sèche.

Le principe de la surchauffe est trop connu, d'ailleurs, pour que nous insistions; Schmidt est le premier qui en ait fait application à la locomotive, comme Wolff est le premier qui l'a introduite dans la locomobile.

Mais l'application de la surchauffe est une question délicate; il n'est pas aisé, en effet, de maintenir en bon état des organes soumis à une température qui atteint en général 330° C., et, pour se prononcer sur la valeur d'une telle innovation, il est indispensable de procéder à des expériences d'une certaine durée et effectuées dans des conditions particulièrement attentives au point de vue de l'entretien et de la surveillance.

Le moteur est à cylindres jumelés, placés extérieurement au chassis; il repose avec ses accessoires sur trois axes moteurs accouplés, celui d'avant relié par le système Krauss à un quatrième essieu de roulement rotatif.

La distribution se fait par tiroirs commandés cylindriquement, système Schmidt.

Sur une ligne de 124 kilomètres de longueur, à courbes nombreuses et avec une rampe de 1 %, la locomotive hale un train de 12 essieux, pesant 322 tonnes, non compris le poids de la locomotive et du tender, à une vitesse de 80 kilomètres à l'heure.

La vitesse maxima est alors de 105 kilomètres, l'admission étant de 23 % en moyenne, sous une pression de 9 atmosphères au tiroir.

Le démarrage se fait bien et rapidement.

Le but principal de la mise en service de la locomotive que nous venons d'esquisser était principalement de la comparer avec les autres machines, c'est-à-dire de se rendre compte de la valeur du surchauffeur.

A cette fin, la locomotive a été mise en marche pendant plusieurs mois en même temps qu'une autre de même poids alimentée en vapeur saturée.

L'adjonction du surchauffeur a donné lieu à des résultats économiques très satisfaisants en Allemagne et son usage semble devoir se généraliser tout particulièrement sur les lignes de l'Etat prussien; il a été démontré que les condensations dans les cylindres étaient nulles, même dans des conditions climatiques très défavorables.

La locomotive de comparaison était également à trois essieux moteurs et à quatre cylindres.

L'économie d'eau en faveur de la locomotive à vapeur surchauffée a été évaluée à 18-20 %, aussi bien dans les conditions de trafic intense que dans des conditions normales; l'économie de charbon s'est élevée à 12-15 %.

Une économie correspondante aurait aussi été constatée dans les frais de réparation et d'entretien, tout au moins pour la période d'essai.

¹ C'est ce qu'ont voulu honorer l'Académie des Sciences de Paris, l'American Academy of Sciences, la National Academy et le Royal Astronomical Society, qui ont respectivement décerné à M. Hale les médailles Janssen, Rumford, Draper et la Gold Medal, pour la construction et l'emploi du premier spectrohéliographe.

§ 4. — Physique

A propos des bases physiques de la Musique. — Nous recevons de M. E. Mercadier la lettre suivante :

« Dans un article inséré dans la *Revue* du 28 février 1906, M. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, expose à sa manière la théorie des Gammas musicales, et critique vivement les conséquences que nous avions cru pouvoir tirer, Cornu et moi, d'expériences faites sur ce sujet, il y a trente-cinq ans, d'après une méthode alors nouvelle.

« C'est son droit. Mais son tort est d'accompagner ses critiques de facéties, qu'on peut lire principalement aux pages 187 et 188. Si ses raisons sont bonnes, croit-il les fortifier en essayant de tourner en ridicule ceux qu'il attaque, en traitant leurs arguments de *comiques*, en les comparant eux-mêmes à des *Papous* ?

« D'ailleurs, tout le monde est pris à partie dans cet article : d'abord tous les professeurs des Lycées et des Facultés, pp. 179 et 196, puis tous les auteurs de *Traité de Physique classiques*, p. 187, enfin tous les contemporains, p. 189, parmi lesquels le pape Pie X, qu'on ne s'attendait pas à trouver en cette affaire, p. 181 !

« Pour railler ainsi tout le monde, M. Bouasse croit sans doute posséder la *Vérité* sur la théorie de la Musique. Je pense qu'il se trompe; j'espère le montrer lorsqu'il cessera d'étayer ses arguments par des plaisanteries.

« Justement, il annonce un travail *approfondi* qui va paraître dans la collection *Scientia*. Celui-là, écrit, dit-il, pour les *Physiciens*, renfermera ce qui constitue à ses yeux les *Bases physiques de la Musique*. Si ces bases sont celles qu'on peut voir dans l'article de la *Revue*, je me permettrai d'essayer de les critiquer sérieusement.

« Pour le moment, attaqué ainsi que Cornu, qui, malheureusement décédé, ne peut répondre, j'ai tenu seulement à ce que les lecteurs de la *Revue* ne croient pas que je passe condamnation sur les critiques de M. Bouasse.

Veuillez agréer, etc. »

E. Mercadier,

Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique.

§ 5. — Electricité industrielle

Phénomène remarquable observé dans les bureaux téléphoniques centraux. — Des phénomènes électriques d'un genre tout nouveau viennent, d'après un article de M. W. Meyer, d'être observés dans de nombreux bureaux téléphoniques centraux d'Allemagne. Il s'agit de chocs vibratoires se produisant dans les membranes acoustiques les récepteurs téléphoniques étant mis en circuit et donnant lieu à de fortes détonations; en insérant les électro-aimants des annonceurs, on a observé un son martelant dû aux armatures de ces derniers, et quelquefois on a vu des étincelles passer aux paratonnerres. Le nombre de chocs produits par minute était de 60 à 110, tandis que le crépitemment caractéristique des orages n'a été jamais observé dans les fils téléphoniques. Après avoir commencé tout à coup et persisté pendant quelques minutes, ces bruits ont disparu, sans donner lieu à la moindre perturbation du service, ni avant ni après; les plombs n'ont jamais été brûlés. Ces faits démontrent la faible intensité, combinée à une tension élevée, que possèdent les courants donnant lieu aux phénomènes en question.

Les recherches auxquelles on procède ont fait voir que ces phénomènes sont dus à l'électricité atmosphérique. Les décharges orageuses y jouent peut-être un certain rôle, en ce qu'elles sont supprimées sous l'action d'ondes hertziennes ou d'influences analogues avant d'atteindre la tension critique des paratonnerres, environ 300 volts, ce qui pourrait donner lieu aux détonations observées.

Il paraît, cependant, plus probable que l'origine de ces phénomènes est dans quelque autre forme d'électricité atmosphérique; une enquête effectuée aux différents bureaux téléphoniques a, en effet, montré la coïncidence à peu près régulière des détonations avec des chutes de neige ou de grêle. Les accroissements, diminutions, disparitions temporaires et dérivatives de ces dernières semblent même s'accompagner d'une allure analogue des phénomènes en question. Aussi l'auteur suggère-t-il l'explication suivante : les flocons de neige ou grains de grêle chargés d'électricité donneraient, dans certaines conditions, aux conducteurs téléphoniques une tension élevée, qui, après s'être déchargée par les paratonnerres ou par d'autres endroits appropriés, serait reproduite par un autre flocon de neige, frappant le fil, pour disparaître et être reproduite alternativement jusqu'à la cessation de la chute de neige.

§ 6. — Chimie

Un générateur d'acétylène par voie sèche.

— Les brillantes espérances qu'avait données, dès son apparition, l'éclairage à l'acétylène ne se sont pas réalisées, en France du moins, pour diverses raisons, dont la principale est la crainte des accidents, parfaitement justifiée dans bien des cas; aussi est-il intéressant de signaler, d'après les indications données par M. G. Richard à l'une des dernières séances de la Société d'encouragement, un appareil générateur d'acétylène, dont l'exploitation progresse en Angleterre, et dont le maniement, très simple, paraît peu dangereux.

Le principe de cet appareil, dû à M. Atkins, consiste à produire l'acétylène en faisant réagir le carbure de calcium à sec sur du carbonate de soude; cette réaction produit, avec l'acétylène, du carbonate de chaux, de la chaux, de la soude et de l'eau, et sa température ne dépasse guère 95°, de sorte que l'acétylène produit est débarrassé des benzènes et autres impuretés qui se forment dans les réactions à températures élevées; le soufre et le phosphore du carbure se combinent avec la chaux et la soude, de sorte que l'acétylène ne contient ni hydrogène sulfure, ni hydrogène phosphoré; il ne contient aussi que très peu d'humidité.

L'appareil se compose d'un tambour en tôle d'acier, divisé en trois compartiments; un pour le carbure, un pour la soude et l'autre, rempli de coke, que l'acétylène traverse avant de quitter le tambour, par les trous de son arbre creux. La cloison qui sépare le premier compartiment du second est pourvue d'une petite trémie ne s'ouvrant que dans un sens, pour laisser, à chaque tour du tambour dans ce sens, passer une charge de carbure dans le compartiment de la soude. Une fois cette charge passée, on tourne en sens contraire, pour effectuer le mélange. Du filtre à coke, l'acétylène passe au gazomètre par un joint à huile.

Avec un appareil de 3^m,60 × 1^m,80, on peut produire en vingt-cinq minutes environ 7 mètres cubes d'acétylène, suffisants pour alimenter 120 becs pendant vingt-quatre heures. Les résidus de l'opération se retirent très facilement par l'autoclave du compartiment mélangeur, auquel on suspend un seau pour les recevoir.

La sécurité de cet appareil semble bien constatée par ce fait que le *Home Office* l'a exempté, après essais, des sujétions de la loi anglaise de 1875 sur les appareils explosifs¹.

§ 7. — Zootechnie

L'élevage de l'Austruche en Afrique occidentale. — L'élevage de l'Austruche a donné des résultats commerciaux avantageux dans certaines régions comme le Haut-Nil, l'Afrique du Sud, l'Algérie, et même la banlieue de Nice. On peut voir, en effet, à

¹ *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 11, 1906.

² *Engineering*, 2 mars, p. 261.

Nice un troupeau de plus de cent Autruches, dont les plumes sont régulièrement coupées et vendues sur place, à l'entrée du « compound », ou à des maisons parisiennes. La partie la plus délicate de cet élevage est la réussite des couvées, car c'est dans les premiers jours qui suivent l'éclosion que les petits succombent facilement. Plus tard, même sous le climat de la Côte d'Azur, les oiseaux offrent une assez grande résistance.

Le gouverneur général de l'Afrique occidentale, M. Roume, a pensé qu'il pouvait y avoir dans la création d'autrucheries une source de bénéfices pour les colonies qu'il administre. Déjà, en 1903, il avait chargé une Mission d'étudier dans quelles régions et quelles conditions l'élevage de l'autruche avait le plus de chances de réussir. Malheureusement, le titulaire de cette Mission, atteint dès le début de ses recherches d'une grave maladie, dut rentrer en France. Depuis quelques mois, le Dr Decorse, des troupes coloniales, membre correspondant du Muséum d'histoire naturelle, vient d'être chargé de la même mission. Le Dr Decorse, qui fut le collaborateur de M. Chevalier dans son exploration du Chari-Tchad, avait été chargé, en 1904, par le Gouvernement tunisien de rechercher dans quelles conditions on pourrait tenter l'élevage de l'autruche en Tunisie¹. Il est donc placé dans de bonnes conditions pour apporter une solution de cet intéressant problème économique.

§ 8. — Sciences médicales

La mort subite familiale des jeunes enfants.

— On se souvient encore du bruit fait par l'affaire Weber (janvier 1906). Une femme était accusée d'avoir étranglé huit enfants, qui étaient morts dans ses bras. Elle niait tout crime, et les conclusions de l'expertise, pratiquée par MM. Brouardel et Thoinot, lui donnaient raison. Le Dr Hedinger² vient de citer à l'appui de ces conclusions le cas de cinq enfants de la même famille qui sont morts ainsi brusquement. Il a eu l'occasion de faire l'autopsie de la dernière tillette subitement emportée et il n'a rien trouvé, en dehors des stigmates de ce qu'on désigne actuellement sous le nom d'état lymphatique, c'est-à-dire le thymus considérablement augmenté de volume, les amygdales très volumineuses et les organes lymphoïdes (ganglions lymphatiques, follicules clos, plaques de Peyer) très notablement hypertrophiés. Fait à noter, cependant : le père était alcoolique. Il semble bien, en effet, que, dans toutes ces morts subites d'enfants, on doive incriminer une tare congénitale, une déchéance de l'organisme lymphatique, si l'on veut causée par la maladie d'un des ascendants, et l'alcoolisme expliquerait bien tous ces faits si bizarres en apparence.

La méthode de Bier. — On parle beaucoup en ce moment de la méthode de Bier. Voici en quoi elle consiste, d'après le Dr Faure³ : il s'agit de provoquer au niveau d'un foyer malade une hyperémie veineuse plus ou moins prolongée. Il suffit pour cela de mettre obstacle à la circulation du sang. Aux membres, rien de plus facile : à une certaine distance au-dessus du point malade, on applique une bande de caoutchouc ; pour obtenir l'hyperémie au niveau de la tête, on met cette bande autour du cou. Cette compression peut être faite pendant plusieurs heures et même pendant plusieurs jours de suite, mais elle doit être surveillée. Grâce à elle, on a obtenu la cicatrisation de vieux foyers tuberculeux ulcérés, d'arthrites rebelles, de phlébites et de suppurations aiguës, d'otites moyennes particulièrement tenaces. C'est une méthode inoffensive, très simple et très efficace, d'après les résultats déjà nombreux qui ont été publiés.

§ 9. — Géographie et Colonisation

La Colonisation de l'Ouest Canadien. — Le Canada est encore, à l'heure actuelle, un des pays qui offrent le plus de ressources à la colonisation. Il semble naturel de le rapprocher à cet égard de la République Argentine ; pourtant, le climat de ses régions utilisables et sa situation géographique dans l'hémisphère Nord le placent dans des conditions plus favorables.

Le Canada a souffert pendant longtemps du voisinage des États-Unis, qui attirait à eux la presque totalité des émigrants ; mais, à mesure que diminuait la capacité d'absorption de ce dernier pays, et aussi grâce à une intelligente réclame, faite notamment aux Expositions internationales, les colons se sont portés vers le Canada, qui reçoit aujourd'hui une moyenne annuelle de 100.000 émigrants. Après n'avoir été pendant longtemps qu'un pays agricole, le Dominion a pris conscience de la puissance hydraulique de ses cours d'eau, de ses richesses minières, si variées et si abondantes, et il s'est « protégé » à son tour pour le louable motif d'encourager ses industries naissantes. De même que, dans des circonstances identiques, les fabricants allemands furent les initiateurs du mouvement industriel en Russie, les premières usines canadiennes furent des succursales de maisons américaines. L'exode n'était pas long : il n'y avait qu'à traverser les lacs ou le Saint-Laurent. Dès lors, l'industrie du Dominion n'a cessé de se développer ; elle s'est très heureusement spécialisée dans les domaines où elle pouvait jouir d'avantages naturels : la métallurgie, le travail du bois, les branches dérivées de l'agriculture et de la pêche.

Maintenant que l'Est habitable est suffisamment peuplé et mis en valeur, le Canada invite à son tour les États-Unis dans leur marche vers l'Ouest. Quatre territoires viennent de se transformer en deux nouveaux États, l'Alberta et la Saskatchewan, suite naturelle du Manitoba ; en même temps, le Gouvernement faisait procéder à une division des terres en lots de 60 hectares, mais la plus grande difficulté résidait dans le recrutement des colons. Ces régions ne sont abordables que par le chemin de fer, car à leur éloignement de l'océan s'ajoute encore la présence d'une large solution de continuité qui les sépare des États de l'Est, région granitique qui porte l'empreinte de l'ancienne extension glaciaire, et se caractérise par la rareté de la terre végétale, le grand nombre de lacs, l'irrégularité des rivières. Impossible à la colonisation de gagner de proche en proche. De là, l'établissement, il y a vingt ans déjà, du premier chemin de fer transcanadien ; de là, l'inauguration récente des travaux d'une seconde grande ligne transcontinentale, qui doublera, de 130 à 100 kilomètres plus au Nord, le rôle de la première, parfois congestionnée au moment des récoltes. C'est que le Manitoba est déjà un pays exportateur de blé, rêvant, grâce à l'adjonction des terres voisines, de devenir, en particulier, le grenier de la Grande-Bretagne. Cela fera ensemble un vaste domaine cultivable de 100 millions d'hectares, situé tout entier au-dessous de 55° de latitude Nord. Les communications assurées, le Gouvernement s'est préoccupé de faire connaître ces régions : des excursions à prix réduits y ont attiré les Canadiens de l'Est, des brochures illustrées les ont popularisées en Europe et aux États-Unis, et les Compagnies privées, propriétaires de terrains et intéressées à leur vente, ont imité l'État.

L'afflux des colons commence, et l'on remarque parmi eux un grand nombre de fermiers américains qui ont vendu leurs terres en valeur des États-Unis pour venir tenter à nouveau la fortune. Au point de vue économique, cet exode aura les mêmes avantages que celui des industriels ; au point de vue politique, il est peut-être moins favorable. En attendant, l'Ouest Canadien, qui produit déjà 30 millions d'hectolitres de blé, prendra sans doute peu à peu la place des États-Unis dans l'exportation de cette céréale ; il a le même avenir certain

¹ Decorse : L'élevage industriel de l'autruche en Tunisie. *Bulletin de la Soc. de Géogr. commerc.*, 1905, p. 398.

² *Deutsche Arch. f. Klin. Med.*, 1906, t. XXXVI, p. 248.

³ J. L. FAURE : *La Presse médicale*, 24 janvier 1906.

que la région plus vaste des « terres noires » russes et sibériennes. Dans la carte de répartition géographique du blé, ces deux bandes de culture semblent marcher à la rencontre l'une de l'autre.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Institut commercial
des jeunes filles de Fribourg (Suisse).

§ 10. — Enseignement

La question des professeurs adjoints. — A propos du récent article de M. A. Turpain sur « les réformes de l'enseignement supérieur »¹, nous avons reçu de M. H. Lebesgue la lettre qui suit :

« Monsieur le Directeur,

Permettez-moi de revenir sur l'une des questions que soulève l'intéressant article de M. Turpain.

Il s'agit des professeurs adjoints. M. Turpain ne critique guère les règlements qui les concernent; il demande seulement que plus d'avantages leur soient réservés. La façon dont se fait le choix des professeurs adjoints justifie-t-elle une pareille mesure?

« Les professeurs adjoints sont nommés sur la proposition du Conseil de la Faculté, après avis de la Section permanente. Le nombre maximum des professeurs adjoints d'une Faculté est fixé au tiers du nombre des chaires magistrales de cette Faculté plus exactement à la partie entière de ce tiers ».

« Il n'y aurait rien à dire contre cette limitation — par laquelle on peut-être voulu assurer aux professeurs titulaires la majorité dans le Conseil — si le nombre des maîtrises de conférences était proportionnel au nombre des chaires; mais il n'en est rien. Dans deux Facultés d'importance comparable, le personnel enseignant est à peu près aussi nombreux; plus il contient de titulaires, moins il contient de conférenciers, et, cependant, plus la Faculté dispose de places de professeur adjoint. Ainsi, le nombre de ces places varie en raison inverse du nombre des postulants; j'ajoute que, plus le nombre des titulaires est restreint, plus sont importants les enseignements confiés aux conférenciers.

L'inégalité entre Facultés apparaît nettement sur le tableau II de M. Turpain. On y voit qu'à Besançon et à Poitiers tous les conférenciers peuvent accéder à l'adjuvat, tandis que cela n'est possible qu'au tiers d'entre eux à Montpellier (2 places de professeur adjoint pour 7 conférenciers), à Lyon (3 pour 10), à Lille (3 pour 9), etc. Il me semble donc qu'on a eu raison de prétendre « que la nomination à l'adjuvat était affaire de chance, n'ayant rien à voir avec le mérite personnel, le conférencier l'obtenant plus ou moins rapidement suivant la Faculté à laquelle il appartient ». M. Turpain répond : « Cette critique serait de quelque portée si toutes les situations possibles de professeurs adjoints étaient occupées. Le tableau II, qui marque l'état des Facultés des Sciences et des Lettres à ce point de vue en 1905, montre qu'il est loin d'en être ainsi, surtout dans les Facultés des Lettres ». M. Turpain veut certainement dire que le nombre des conférenciers méritants n'est pas tellement élevé que la limitation du nombre des postes de professeur adjoint ait souvent des inconvénients.

Examinons donc le tableau II de M. Turpain. On y voit marqué un poste de professeur adjoint vacant à la Faculté des Sciences de Rennes; cette vacance a duré quatre mois. Si, comme je le crois, toutes les vacances relevées par M. Turpain sont momentanées

comme celle de Rennes, que reste-t-il de la thèse de M. Turpain?

« Comme il faudrait que les conférenciers d'une Faculté remplissent mal leur service pour que le Conseil pût laisser vacante pendant longtemps une place de professeur adjoint, et comme l'harmonie règnerait dans cette Faculté? D'autre part, si la Section permanente s'est parfois opposée à la nomination d'un professeur adjoint proposé par une Faculté, le cas est certainement très rare ».

« Et si vraiment les vacances indiquées prouvaient que la plupart des Facultés ne possèdent pas de conférenciers méritants, comment expliquer qu'on voie, à chaque instant, titulariser des maîtres de conférences non professeurs adjoints?

« Examinons maintenant comment le Conseil d'une Faculté choisit un professeur adjoint. — Je suppose parmi les compétiteurs un mathématicien, un physicien, un botaniste; qui comparera leurs travaux scientifiques, à supposer que ces travaux puissent se comparer? Jugera-t-on avec plus de compétence la valeur de leur enseignement? Le titulaire appelé à choisir un professeur adjoint se voit, en général, obligé ou de s'abstenir, ou de juger d'après de bien vagues raisons, d'après des rancœurs, des impressions, sa sympathie ou son antipathie pour les candidats, ses relations avec eux, etc., ou de baser son vote sur l'ancienneté.

« Aussi, loin de demander, avec M. Turpain, qu'on augmente les avantages de l'adjuvat, je désire qu'on les réduise et qu'en particulier un professeur adjoint n'ait aucun avantage sur les conférenciers des autres Facultés avec lesquels il n'a pas concouru pour l'adjuvat.

« Je vais plus loin. Le seul avantage matériel de l'adjuvat est le suivant : dans la constitution du tableau de classement par ancienneté des titulaires, les années passées comme professeur titulaire ou adjoint comptent intégralement, tandis que les années passées comme maître de conférences ne comptent que pour moitié.

« Depuis longtemps, on réclame la suppression de cette chiosserie. On dit, en effet, que si, A et B ayant les mêmes années de service, A a été titularisé avant B, cela ne prouve pas la supériorité de A sur B s'ils appartiennent à des spécialités différentes et que, si A a été nommé professeur adjoint avant B, cela ne prouve pas la supériorité de A sur B s'ils appartiennent à des Facultés différentes. Si l'on remarque, de plus, que les services demandés aux conférenciers et aux professeurs titulaires et adjoints sont exactement les mêmes, on ne s'étonnera pas qu'il y ait presque unanimité à réclamer cette réforme. Je n'y ai jamais entendu faire qu'une objection sérieuse (?) : si les années des conférenciers comptent comme celles des professeurs titulaires et adjoints, quel avantage restera-t-il attaché à l'adjuvat? Et il va de soi, en effet, que si l'on nomme des professeurs adjoints, il faut leur donner quelque avantage. Ne vaudrait-il pas mieux ne plus en nommer?

« Veuillez agréer, etc. »

H. Lebesgue.

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

¹ Cependant, il y a eu, à la Faculté des Sciences de Rennes, un poste de professeur adjoint vacant pendant plus d'une année; ce n'était pas faute de conférenciers méritants, mais parce que le Conseil, jugeant deux conférenciers également méritants, ne trouva pas d'autre solution que d'attendre une seconde vacance qui lui permit de proposer en même temps les deux compétiteurs.

² Il faut ajouter que certaines Facultés des Lettres, ne possédant aucun conférencier non professeur adjoint qui soit docteur, ne peuvent présenter personne pour l'adjuvat. D'où les nombreuses vacances que M. Turpain a relevées dans les Facultés des Lettres. Mais ces vacances ne prouvent pas qu'il soit jamais arrivé qu'une Faculté, pouvant faire des propositions pour l'adjuvat, s'en soit abstenue parce qu'elle ne jugeait aucun de ceux qu'elle pouvait proposer digne de cette distinction.

¹ Voir la *Révue* du 28 février 1906.

² Il en résulte que, contrairement à l'affirmation de M. Turpain, aucune place de professeur adjoint n'était vacante à la Faculté des Lettres de Rennes en 1905.

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LA MARINE

I. — ÉVOLUTION DE LA MARINE DE GUERRE.

La Marine de guerre a, depuis quelques années et sous la pression d'événements récents, pris une importance vitale pour tous les grands pays et, d'une manière plus générale, pour toutes les nations qui possèdent un domaine colonial important.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que date la nécessité d'avoir des navires de guerre pour pourvoir à la défense des colonies, pour y faire la police et en assurer le ravitaillement. Mais, depuis l'apparition des lourdes machines de guerre qu'étaient les cuirassés d'il y a une quarantaine d'années, on s'était habitué à considérer les escadres cuirassées, sinon comme des garde-côtes, du moins comme des instruments de guerre à peu près réservés pour les conflits européens. C'était logique, les nations lointaines n'ayant que des flottes nulles ou de peu d'importance, les nations européennes n'entretenant dans leurs colonies que des navires de second ordre et de types le plus souvent démodés. La coutume s'était établie de réserver pour les mers d'Europe les véritables unités de combat. On en était même arrivé à ce point qu'il eût été non seulement inutile, mais dangereux de les envoyer au loin, malgré leur plus grande puissance. Car il n'y aurait eu ni bassins, ni arsenaux pour réparer des bâtiments modernes, et les points d'appui manquaient pour leur ravitaillement.

Depuis quelques années, cependant, le grand développement pris par la Marine américaine, puis par la Marine japonaise, montrait qu'on ne pouvait continuer plus longtemps dans cette voie. Peu à peu, on vit, côte à côte avec de vieux bateaux ou des croiseurs simplement protégés, le plus souvent doublés de bois, de puissants cuirassés prendre le chemin de l'Océan Indien et de l'Extrême-Orient. Les Anglais, qui s'étaient préparés les premiers à cette éventualité, commencèrent. Aujourd'hui, après la guerre de Cuba et la guerre russo-japonaise, il est évident que les flottes qui auront à lutter dans les océans lointains devront répondre au même but et avoir la même composition que la flotte des mers de l'Europe.

C'est là un fait d'une haute importance. La première conséquence à en tirer est que les flottes doivent de plus en plus tendre vers l'homogénéité; celles qui serviront au loin devront être exactement semblables à celles qui joueraient un rôle dans les mers d'Europe. Il devient donc inutile d'entretenir à grands frais des bateaux démodés

sous prétexte de représentation, sous prétexte de montrer le pavillon; on doit s'abstenir de réparer dans ce but de vieilles unités sans valeur militaire. Tous les navires de guerre devront, à l'avenir, être capables de tenir un rang honorable dans une escadre de combat.

Pour pouvoir entretenir et réparer des navires pourvus de tous les perfectionnements modernes, pour leur permettre de se rendre d'un point à un autre du globe et de se ravitailler en charbon, en vivres, en munitions, il faut des points d'appui pourvus de grands bassins de radoub et des arsenaux munis d'ateliers de premier ordre et de magasins abondamment garnis.

En second lieu, le bateau de station lointaine, caractérisé par un coûteux doublage en bois de la coque, a vécu. En effet, puisque les navires appelés à être envoyés au loin devront trouver, dans les points d'appui ou les arsenaux des colonies, des bassins pour se réparer, ils y auront toute facilité pour passer tous les six ou huit mois en cale sèche, afin de nettoyer et de repeindre leur carène. Dès lors, il n'y a plus de raison d'employer le revêtement en bois, qu'on appliquait sur beaucoup de ces navires pour pouvoir y superposer un doublage en cuivre, afin de mieux les mettre à l'abri de la salissure et de leur permettre de rester un ou deux ans sans passer dans un bassin. Cette différence entre les bateaux destinés au service lointain et à celui des mers d'Europe a donc disparu.

Enfin, dans chacune des catégories de navires de combat, on ne doit plus mettre en chantier que des navires d'un modèle uniforme et de très grand tonnage.

Tous les navires pouvant être appelés désormais à servir au loin et, par suite, à se transporter à de grandes distances sans pouvoir se ravitailler, ils devront avoir une grande « distance franchissable », c'est-à-dire beaucoup de charbon et d'approvisionnements de toute nature. Comme ils devront néanmoins être égaux en artillerie et en protection à ceux avec lesquels ils sont destinés à se mesurer, on est amené à leur donner un tonnage très supérieur à tout ce qu'on avait fait jusqu'ici. Et, comme il n'y a plus de bâtiments destinés au service lointain, mais que tous les navires peuvent être appelés à servir dans un quelconque des océans, ceci s'applique à tous les navires de combat.

A une politique mondiale, qui est celle des grands États modernes, doivent correspondre des moyens adéquats.

Sans doute, le problème posé dans ces termes paraît gigantesque, et il est certain que, parmi les nations européennes, l'Angleterre est la seule qui puisse le résoudre sans l'appuyer sur des alliances. Cela ne l'a pas empêchée de faire intervenir la première ce puissant facteur. Mais ce qui est à retenir, c'est que toutes les nations maritimes ont compris qu'il fallait désormais voir et faire grand dans la limite de leurs moyens.

Si, maintenant, nous passons à l'examen des éléments essentiels du navire de combat, nous verrons comment on a été amené à agrandir le tonnage et

§ 1. — Navires cuirassés.

1. *Le cuirassé*. — Prenons le cuirassé lui-même. Tout en lui est devenu et tend à devenir plus grand.

Il y a quelques années encore, son artillerie se composait de quelques grosses pièces, quatre au maximum, et encore le plus souvent deux seulement étaient du plus gros calibre. Le reste de la puissance offensive était obtenu au moyen de l'artillerie moyenne. Cette artillerie secondaire, très suffisante contre des navires sans cuirasse de flancs, ne servirait plus efficacement contre des

TABLEAU 1. — Tableau comparatif entre des cuirassés déjà anciens et les derniers cuirassés lancés.

CARACTÉRISTIQUE	ANGLETERRE ¹		ALLEMAGNE		ÉTATS-UNIS		JAPON	
Noms	Howe	King Edward	Brandenburg	Deutschland	Oregon	Connecticut	Fuji	Katori
Date de lancement	1885	1903	1891	1904	1893	1905	1896	1905
Longueur	99 ^m ,00	130 ^m ,00	108 ^m ,75	121 ^m ,5	106 ^m ,00	137 ^m ,00	114 ^m ,00	128 ^m ,00
Largeur	20 ^m ,75	23 ^m ,80	19 ^m ,80	22 ^m ,20	21 ^m ,15	23 ^m ,40	22 ^m ,26	23 ^m ,80
Tirant d'eau AR	8 ^m ,30	8 ^m ,15	7 ^m ,50	7 ^m ,50	8 ^m ,30	8 ^m ,15	7 ^m ,08	8 ^m ,23
Déplacement	10.450 t.	16.600 t.	10.000 t.	13.200 t.	10.450 t.	16.260 t.	12.500 t.	16.200 t.
Puissance indiquée	11.650 ch.	18.380 ch.	9.800 ch.	16.200 ch.	11.150 ch.	16.720 ch.	11.200 ch.	16.200 ch.
Vitesse	16 ⁿ ,80	19 ⁿ ,04	16 ⁿ ,5	18 ⁿ ,00	17 ⁿ ,00	18 ⁿ ,00	18 ⁿ ,50	18 ⁿ ,50
Charbon								
Approvisionnement normal	1.220 t.	965 t.	680 t.	700 t.	406 t.	915 t.	1.120 t.	760 t.
Avec surcharge	1.220 t.	1.220 t.	800 t.	1.800 t.	1.620 t.	2.235 t.	»	1.830 t.
Cuirasse								
Ceinture	437 ^{mm}	229 ^{mm}	400 ^{mm}	240-100 ^{mm}	437 ^{mm}	287 ^{mm}	437-152 ^{mm}	229-127 ^{mm}
Poufs	75-63	50-25	65	76	76	102-62	162-62	76-51
Au-dessous de la ceinture	»	203	»	200	127	203	102	152
Cloisons	406	305	»	450	432	178	»	152
Protection de l'artill. grosse	292	305-152	340	250-150	432	254	356	254
— moyenne	»	152	40	165	254-127	178	152	152
Artillerie								
Gros calibre	4-305	4-305 4-241	6-283	4-283	4-330 8-203	4-305 8-203	4-305	4-305 4-254
Moyen calibre	6-152	10-152	8-103 8-87	14-170 22-87	4-152	12-178	10-152	12-152
Petit calibre	12-47, 10-37 7 m. 2.	28 pièces 4 s. m. ²	12-37 8 m.	4-37 4 m.	20-47 6-37	20-76, 12-47 1-37, 8 m.	4-57 20-57	10-47, 5-37 6 m.
Tubes lance torpilles	»	»	6	6 s. m.	2 s. m.	»	5 4 s. m.	3 s. m.
Équipage	515 h.	776 h.	552 h.	736 h.	500 h.	803 h.	600 h.	»

les dimensions des navires encore plus que les considérations d'ordre général que nous venons d'exposer ne pourraient le faire supposer.

Les guerres récentes ont montré l'importance du revêtement cuirassé sur les flancs du navire.

Donc, plus d'intermédiaire entre les *navires cuirassés* (cuirassés proprement dits et croiseurs cuirassés) et le torpilleur, si ce n'est l'éclaireur d'escadre, bâtiment de renseignement plutôt que navire de combat.

murailles blindées. Aujourd'hui, ne devant plus trouver devant lui que des cuirassés puissants ou des torpilleurs, le cuirassé moderne devra recevoir le plus grand nombre possible de grosses pièces de 305 ou de 270 millimètres, et, après, de la petite artillerie à tir très rapide (du calibre de 75 millimètres au maximum), pour combattre les torpilleurs. Les grosses pièces sont très lourdes; elles doivent, étant donnée leur importance, être installées dans des tourelles fortement blindées. Le poids de l'artillerie, qui était devenu réellement minime¹ il y a une vingtaine d'années, est en voie de regagner l'importance qui doit lui être assignée sur des navires destinés au combat.

¹ L'*Agamemnon*, de 15.00 tonnes, mis en chantier après le *King Edward*, aura le même nombre de pièces de 305 millimètres, 10 pièces de 234 au lieu de 4, et 37 pièces de petit calibre sans aucune artillerie moyenne. Le *Dreadnought*, de 18.000 tonnes, aura 10 canons de 305 millimètres en tourelles et pas d'artillerie moyenne.

² M. mitrailleurs.

³ S. m., sous-marins.

¹ 7 à 8 % du déplacement du navire pour l'artillerie, ses munitions et sa protection, au lieu de 18 à 20 % sur les anciens vaisseaux en bois.

Pour les torpilles, les tubes aériens ont fait leur temps. Sur les grands navires, ils sont abandonnés et remplacés par des tubes sous-marins. L'efficacité est plus grande et la présence de torpilles dans les fonds n'est pas dangereuse comme elle le serait dans les hauts, où un éclat d'obus peut provoquer l'explosion de réservoirs d'air comprimé et causer d'importants dégâts. Les tubes sous-marins sont très lourds relativement aux tubes aériens et ils exigent beaucoup de place.

Si le blindage s'est imposé à ceux qui le sacrifiaient résolument à la vitesse, la vitesse ne s'impose pas moins à leurs contradicteurs. La bataille de Tsoushima a été une leçon à cet égard : le succès de la tactique des Japonais est en partie dû à la supériorité de la vitesse de leurs escadres, qui leur ont permis de prendre les formations qu'ils ont voulues, de les modifier au cours du combat, et d'étreindre l'armée navale russe. Si la guerre russo-japonaise a prouvé que la cuirasse de blancs est indispensable aux navires de combat, elle a démontré, d'une façon non moins claire, que la supériorité de vitesse est un des facteurs nécessaires pour obtenir la victoire, en permettant d'adopter les formations stratégiques dont elle dépend.

Sans doute, comme on le fait à propos de l'épaisseur des blindages, on discute encore sur le plus ou moins de vitesse à donner aux navires. Mais ce qu'on admet comme minimum pour un cuirassé est au moins égal à ce qu'il y a encore peu d'années on regardait comme convenable pour un croiseur. De l'avis général, un cuirassé doit avoir une vitesse de 18 nœuds au moins, et ce qu'on exige, ce n'est pas une vitesse d'essai qui ne se reproduira plus, mais une vitesse réelle, facile à maintenir et contrôlée par des expériences non plus de quelques heures, mais de longue durée.

Pour résoudre sûrement le problème de la vitesse, il faut non seulement des machines robustes, mais aussi des chaudières auxquelles on ne demande que ce qu'elles peuvent humainement donner. En effet, elles sont alimentées de charbon par des chauffeurs qui ne peuvent enfourner qu'un nombre limité de pelletées par heure pendant la durée de leur travail devant les fourneaux. On a très sagement reconnu ce fait et limité, en conséquence, sur les navires autres que les torpilleurs, la consommation de charbon à 110 kilogs au plus par mètre carré de grille. De là la nécessité d'augmenter la surface des grilles, le nombre et le poids des chaudières.

Bref, tout concourt à faire que le navire de combat moderne doit être *non seulement un grand, mais un très grand* cuirassé. Pour donner une idée de l'évolution qui est en train de s'accomplir, nous citerons quelques exemples (Tableau I).

Les bâtiments qui vont être mis en chantier dans les grandes Marines auront encore des dimensions supérieures à celles des bâtiments que nous venons de citer. Les prochains navires de combat auront de 18.000 à 20.000 tonnes.

2. *Le croiseur cuirassé.* — Ce qui précède s'applique aussi bien aux croiseurs cuirassés qu'aux cuirassés; car, si les premiers ont un moindre poids de blindage, ils ont des machines et des chaudières plus puissantes, donc plus lourdes. Le croiseur cuirassé a subi la même évolution que le cuirassé, dont il se distingue seulement par sa plus grande vitesse (4 à 5 nœuds de plus environ), par la moindre épaisseur de son blindage et sa moindre puissance offensive, soit comme calibre, soit comme nombre de grosses pièces. En quinze ans, le tonnage est passé de 6 676 tonneaux sur le *Dupuy-de-Lôme* à 13 427 sur l'*Ernest-Renan*, l'appareil moteur de 14.000 à 36.000 chevaux, la vitesse de 20 à 23 nœuds. Les bâtiments de la classe *Achilles* ont le même tonnage que l'*Ernest-Renan*. Ils ont une cuirasse de 23 centimètres à la ceinture et reçoivent 6 pièces de 234 millimètres. L'Amirauté anglaise a l'intention de donner aux prochains croiseurs cuirassés une vitesse de 23 nœuds.

Tels sont les éléments gigantesques qui vont constituer la composition des flottes modernes, en y joignant quelques éclaireurs d'escadre et des torpilleurs de haute mer de 500 à 300 tonneaux.

§ 2. — Des types de bâtiments de combat.

1. *Cuirassé ou croiseur cuirassé.* — On voit quelle différence il y aura entre des escadres composées de ces deux types de bâtiments de combat et les flottes hétérogènes d'il y a vingt ans. On a marché rapidement dans la voie qu'indiquait l'amiral Fournier. D'ailleurs, la distinction entre les cuirassés et les croiseurs cuirassés n'est pas aussi grande qu'elle semble au premier abord : les derniers combats n'ont nullement démontré que les blindages moins épais des croiseurs seraient pour ceux-ci une cause de mise hors de combat rapide; ils ont, au contraire, prouvé l'utilité de la cuirasse, même de moyenne épaisseur. Ce qui nuirait aux croiseurs cuirassés, dès le début, dans un combat contre des cuirassés proprement dits, ce serait leur moindre puissance offensive comme artillerie. Mais déjà les croiseurs du type *Achilles* ont 6 pièces de 234 millimètres et, d'autre part, certains cuirassés récents dépassent en vitesse d'anciens croiseurs.

Dès qu'on ne s'arrête pas uniquement aux derniers types mis en chantier, les deux seules classes de bâtiments de combat qui subsistent s'enchevêtrent de plus en plus. Tel cuirassé ancien armé de vieux canons et dont la ceinture seule est

entourée de plaques compound est infiniment moins redoutable qu'un croiseur dont les flancs sont défendus par une cuirasse mince d'une quinzaine de centimètres en acier au nickel, harveyée, et l'armement constitué par des canons de modèle récent.

Bref, la limite entre le cuirassé et le croiseur cuirassé est difficile à saisir dans bien des cas. Que sera-ce si l'on fait entrer en ligne de compte le cuirassé-croiseur, dont il a été si souvent question depuis quelque temps?

Dans ces conditions, étant donnés tous ces points de contact apparents des divers types, on est en droit de se demander s'il ne vaudrait pas mieux choisir un modèle unique de navire de combat. Cette solution est séduisante au premier abord, et si, pour une même dépense, elle assurait des chances égales de succès, elle devrait être préférée.

Quand on parle de constructions et de programme naval, c'est sur l'avenir qu'il faut jeter les yeux et non sur les bâtiments démodés ou plus ou moins près de l'être. C'est donc uniquement de ce qui se fait à l'heure actuelle qu'il faut tenir compte pour avoir un point de départ raisonnable.

Pour décider la question de la dualité ou de l'unification des types de navires de guerre, il convient, par conséquent, de poser bien en évidence les différences qu'il y a actuellement entre le croiseur cuirassé et le cuirassé, et de chiffrer ces différences.

Si l'on admet avec nous que le croiseur cuirassé doit avoir de grosses pièces, en plus petit nombre sans doute que le cuirassé, mais égales ou à peu près comme calibre¹, que reste-t-il?

Le cuirassé est un navire de combat dont la cuirasse a une ceinture de 10 centimètres plus épaisse que le croiseur cuirassé, et est d'une manière générale plus épaisse dans une proportion de 1:3 environ.

Le croiseur cuirassé est un navire de combat qui a une vitesse de 5 nœuds de plus que le cuirassé; autrement dit, avec les vitesses en usage aujourd'hui, le croiseur cuirassé fait en un peu moins de quatre heures la route que le cuirassé met cinq heures à parcourir.

Il saute aux yeux que les différences sont assez importantes pour justifier l'existence des deux types.

Le croiseur cuirassé, armé comme nous le comprenons, pourra bien engager de très loin la lutte avec des cuirassés et leur faire quelque mal; mais, quand il sera obligé de combattre à petite distance, sa cuirasse de 170 millimètres sera percée bien

avant qu'un de ses coups ait perforé les plaques de 280 millimètres du cuirassé. Une escadre composée uniquement de croiseurs cuirassés ne peut espérer balayer la mer des cuirassés ennemis.

Le cuirassé, avec sa vitesse plus faible, ne peut, de son côté, espérer atteindre le croiseur cuirassé et le contraindre au combat. Sauf le cas où il le guette dans un détroit, dans un chenal resserré par lequel le croiseur cuirassé doit passer, il n'y a pas de chance qu'il puisse le forcer à combattre si telle n'est pas sa volonté. Une escadre de cuirassés seule ne suffit pas pour s'assurer l'empire de la mer, en supprimant la flotte ennemie.

Prenons une escadre composée de cuirassés et de croiseurs cuirassés et imaginons en face d'elle une escadre composée de croiseurs cuirassés seulement. Les croiseurs cuirassés de la première formeront un rideau que les croiseurs cuirassés composant la seconde ne pourront tenter de forcer sans subir de nombreuses avaries, après lesquelles ils sont exposés à être achevés par les cuirassés. Si, au contraire, en face de l'escadre complète on suppose une escadre de cuirassés, elle cherchera vainement à franchir le rideau des croiseurs cuirassés, et il arrivera un moment où ceux-ci, se dérochant devant elle, pourront manœuvrer de manière à ce qu'elle ait, sur le front, des cuirassés ennemis et, derrière et sur les flancs, les croiseurs qui, grâce à leur plus grande facilité d'évolution, achèveront de l'étreindre.

La vieille, mais juste comparaison, qu'on appliquait autrefois aux cuirassés et aux croiseurs est toujours vraie. La question se résume ainsi : Une armée doit-elle être uniquement composée d'infanterie ou uniquement de cavalerie, ou comprendre les deux?

2. *Cuirassé-croiseur.* — Le cuirassé-croiseur peut être envisagé de deux manières différentes, soit qu'on prétende lui donner intégralement toutes les qualités d'un cuirassé et celle d'un croiseur, soit qu'on en fasse un type hybride intermédiaire entre les deux précédents.

a) *Cuirassé-croiseur complet.* — Le cuirassé-croiseur qui aurait à la fois la vitesse d'un croiseur et l'armement ainsi que la protection d'un cuirassé serait un bâtiment d'un trop fort tonnage. Ses dimensions deviendraient telles que l'on devrait modifier dès maintenant la plupart des cales, des formes de radoub, des bassins et des chenaux, afin de rendre sa construction possible et assurer sa sortie des ports de construction et son entrée dans les autres. Beaucoup de ces améliorations sont à faire, mais il faudrait les précipiter. La France a des dépenses considérables pour son armée de terre; ce serait pour elle un bâtiment trop grand

¹ Au moins de 240 millimètres, et mieux de 270 ou même de 300.

et trop coûteux à la fois, par lui-même et par les conséquences que sa construction entraînerait. On n'en aurait, d'ailleurs, qu'une quantité réduite pour le prix d'un certain nombre de croiseurs et de cuirassés, moins des deux tiers certainement.

Pour reprendre la comparaison faite plus haut, en assimilant le croiseur à la cavalerie et le cuirassé à l'infanterie, le cuirassé-croiseur serait de l'infanterie montée; or, un petit escadron d'infanterie montée ne saurait remplacer sur terre un contingent plus considérable formé de cavalerie et d'infanterie. Une quantité restreinte de cuirassés-croiseurs ne remplacerait pas sur mer des escadres plus nombreuses composées de cuirassés et de croiseurs cuirassés.

Le cuirassé-croiseur est un luxe que pourraient se payer seulement des marines très riches; ce type n'est pas indispensable. A moins d'être en quantité trop grande pour qu'on puisse songer un seul instant à en faire un tel nombre, il ne dispensera pas d'escadres composées des deux autres types de bâtiments.

Aucune nation n'a osé jusqu'ici entreprendre de pareilles constructions, et il paraît douteux qu'on y songe en l'état actuel de la science. Si des gains considérables sur le poids de l'appareil propulseur, sur la dépense de combustible ou la résistance des plaques, permettaient un jour de résoudre le problème en se tenant dans les limites de déplacement d'une vingtaine de mille tonnes, il pourrait en être autrement. Mais, jusque-là, il s'agit de faire des choses pratiques au moment où on les fait, et il n'y a pas à raisonner sur des hypothèses.

b) *Cuirassé-croiseur incomplet*. — Laissons donc de côté le cuirassé-croiseur que nous avons appelé complet et passons au type incomplet, au cuirassé-croiseur intermédiaire entre le cuirassé et le croiseur, c'est-à-dire ayant les qualités de l'un des deux avec une partie de celles de l'autre. Parmi les compromis auxquels on peut arriver, l'une des meilleures définitions de ce cuirassé-croiseur a été donnée par le Commandant Wilhem Howgaard, qui le recommandait encore dernièrement, avec toute l'autorité qui s'attache à son nom, à la Society of Naval Architects and Marine Engineers des Etats-Unis, en allant jusqu'à dire : « For all strictly military service, the armored cruiser should be abandoned, and a new, more powerful type, the battle shipcruiser, put in its stead ? » Il en donne la définition suivante : « Les caractéristiques générales de ce type ne peuvent être déterminées que par relation avec le type du cuirassé qui existe à un moment donné. Le cuirassé-croiseur dérive du cuirassé en ayant un peu plus de finesse, avec un plus grand rapport de longueur à largeur et en développant une force

en chevaux suffisante pour atteindre une vitesse de 15 à 20 % supérieure, l'artillerie, l'épaisseur et la distribution de la cuirasse restant les mêmes. »

L'armement préconisé par le Commandant Howgaard est de quatre pièces de 303 millimètres et de huit de 254 millimètres, et il estime que, dans ces conditions, le déplacement doit atteindre 20.000 tonnes.

La conception du Commandant Howgaard est très nette. Pour les opérations militaires, c'est-à-dire pour toute opération où l'on aura à lutter à coups de canon contre des cuirassés fortement armés, le Commandant Howgaard estime les croiseurs cuirassés actuels insuffisamment armés et protégés et propose de les remplacer par des cuirassés-croiseurs ayant même armement, même protection que les cuirassés, mais filant seulement de 2,5 nœuds à 3,5 nœuds de plus que ceux-ci, au lieu de 5 nœuds. Il n'entend d'ailleurs pas pour cela créer un type unique et laisse subsister les cuirassés et même les croiseurs cuirassés, tout en diminuant le rôle de ces derniers.

Le type intermédiaire dans lequel on admet certains sacrifices par rapport à l'un des deux types primordiaux est parfaitement réalisable; c'est un type en usage depuis longtemps dans la Marine italienne, qui, d'ailleurs, paraît avoir plutôt des tendances à y renoncer pour se rapprocher des types mieux déterminés.

Le *Dreadnought*, s'il atteint la vitesse qu'on escompte pour lui en Angleterre, 20,5 nœuds à 21 nœuds, sera un cuirassé-croiseur suivant la définition du Commandant Howgaard.

Eh bien ! quoi qu'on puisse en penser, le *Dreadnought* n'est pas un cuirassé-croiseur; il ne le sera jamais, parce que les Anglais ne se laisseront pas séduire par le mot ou par les apparences. Il n'est pas autre chose qu'un cuirassé amélioré, et tel il restera, et tels ceux qui viendront après lui resteront des cuirassés à plus grande vitesse que leurs devanciers, sans que personne voie pour cela en eux de nouveaux types. Ce sont les anneaux successifs d'une même chaîne. L'unique conclusion que les Anglais aient tirée du fait qu'ils vont avoir un cuirassé dépassant 20 nœuds, c'est qu'il convenait de se hâter d'étudier et de mettre en chantier le plus vite possible des croiseurs cuirassés dépassant 25 nœuds, c'est-à-dire de *maintenir la différence de cinq nœuds* qui doit exister entre le cuirassé et le croiseur cuirassé mis en chantier à la même époque; c'était la seule à en tirer. Cuirassés et croiseurs anglais auront fait un pas de plus en avant sans que, pour l'un ou pour l'autre de ces deux types essentiels, on ait accepté l'ombre d'un compromis qui puisse nuire à leur usage au moment de la guerre.

Ce qu'il faut, c'est exactement cela : c'est conserver les deux types indispensables sans compromis. Si l'on arrive momentanément à donner à l'un des deux un autre nom, cela peut ne pas faire de mal, mais à condition de savoir que ce n'est qu'un mot et qu'il ne change rien à la chose. Il vaut d'ailleurs mieux s'en abstenir, de peur de se laisser une autre fois tromper par le mot, ce qui pourrait fort bien arriver.

3. *Cuirassé et croiseur cuirassé.* — En définitive, le plus sage est de recourir uniquement à deux types différents : le *cuirassé* et le *croiseur cuirassé* ; le premier ayant plus d'épaisseur de blindage et un plus grand nombre de grosses pièces, le second ayant, par contre, davantage de vitesse, au moins 5 nœuds de plus, les deux types de bâtiments ayant d'ailleurs la plus grande similitude dans les détails et les installations.

Quoi qu'il en soit, ce qui est certain c'est qu'on ne construira plus désormais que des navires ayant une sérieuse valeur militaire. On ne verra plus, dans aucun point du globe, de ces navires bien aménagés, mais peu armés, qui ont été longtemps envoyés au loin sous prétexte de représentation. On ne pourra plus raconter dans les carrés la vieille anecdote de l'amiral anglais ou américain qui, pendant une visite à bord, s'extasia sur les commodités et le confortable du navire et termine en s'écriant : « *Good for flirtation* ». Les commandants et les officiers ne s'en plaindront pas.

§ 3. — Éclaireurs d'escadre.

Les nouveaux éclaireurs d'escadre méritent, eux aussi, d'attirer l'attention. Ils diffèrent essentiellement de leurs prédécesseurs. Non seulement il a fallu accroître leur tonnage pour les doter de machines robustes et pour leur permettre de tenir mieux la mer, mais, en outre, devant les progrès de l'artillerie, on a reconnu utile de leur donner un cuirassement partiel.

Cela a été fait dans le but de les protéger, non pas contre les navires de combat, mais contre la petite artillerie des torpilleurs de haute mer. Aussi est-il intéressant de citer quelques données des deux types les plus récents (Tableau II).

§ 4. — Torpilleurs.

Les torpilleurs de haute mer atteignent actuellement de 300 à 700 tonnes et quelquefois même un peu plus. Ils filent de 25 à 30 nœuds et sont bien plus aptes à tenir la mer que leurs devanciers souvent trop petits. Les torpilleurs de haute mer du dernier programme anglais sont projetés pour filer les uns 33, les autres 36 nœuds. Mais il semble que les constructeurs ont éprouvé de sérieuses

hésitations avant de s'engager à promettre des bâtiments atteignant cette dernière vitesse.

§ 5. — Sous-Marins.

Les sous-marins, sous-marins proprement dits ou submersibles qui diffèrent des premiers par leur plus grande flottabilité, sont devenus un facteur important des futures luttes navales. Ils empêcheront les blocus et gêneront les opérations près des côtes. Leur tonnage s'est accru dans ces derniers temps. Il y a en chantier des bâtiments de 300 tonnes en Angleterre, de 400 tonnes en France. C'est là un accroissement normal, qui était tout indiqué du jour où les résultats obtenus montrèrent

TABLEAU II. — Éclaireurs d'escadre.

CARACTÉRISTIQUES	AMÉRICAINS type Birmingham	ANGLAIS type Forward
Nombre de bâtiments mis en chantier	3	8
Longueur extérieure	128 ^m ,10	111 ^m ,32
Largeur	14 ^m ,23	11 ^m ,80
Tirant d'eau	5 ^m ,12	4 ^m ,25
Déplacement	3.810 tonnes.	2.992 tonnes.
Puissance indiquée	16.200 chev.	16.720 chev.
Vitesse	24 nœuds.	25 ⁿ ,25
	Long., 59 ^m ; hauteur, 4 ^m ,26 dont 1 ^m ,11 au-dessous de l'eau ;	Long., 82 ^m ; hauteur, 3 ^m ,40 dont 76 ^m au-dessous de l'eau ;
Cuirasse (acier nickel)	épaisseur générale, 51 ^{mm} .	2 traverses blindées ; épaisseur générale, 51 ^{mm} .
Armement	12-76, 10-47 ^{mm}	10-76 ; 8-47 ^{mm} .
Tubes lance-torpilles	2 sous-mar.	2 sur le pont.
Charbon / Approv. normal	475 tonnes.	508 tonnes.
Rayon d'action / Avec surcharge	1.250 tonnes.	"
	6.250 milles.	5.000 milles.

que le problème de la navigation sous-marine était définitivement résolu. L'accroissement des dimensions correspond naturellement à des bâtiments mieux armés et de plus grande valeur. Mais ce qui est surtout à noter, c'est l'augmentation du nombre de ces petits navires en France et en Angleterre. Le dernier *Naval Annual* de lord Brassey (1905) en mentionne 39 construits ou en construction en Angleterre, 48 en France, 8 aux États-Unis et 2 en Italie, et, depuis lors, un certain nombre d'autres ont été mis en chantier.

II. — MARINE DE COMMERCE. — PAQUEBOTS TRANSATLANTIQUES.

La marine de commerce, pour des raisons différentes, est entrée comme la marine de guerre dans la voie des gros tonnages. Pendant longtemps, on avait reculé devant l'idée de grands paquebots à allure rapide. Au moment où, pour la traversée

d'Europe en Amérique, les vitesses de 15 et 16 nœuds devenaient insuffisantes à attirer les passagers qui s'entassaient sur des paquebots déjà plus rapides, on avait craint que le transport à très grande vitesse des marchandises ne coûtât trop cher; on avait donc émis l'idée de créer deux types de navires distincts: le bâtiment réservé uniquement aux passagers et au fret exigeant un transport rapide, et le cargo qui aurait eu d'immenses cales, mais moins de vitesse. Il est probable que le navire destiné à porter seulement des passagers aurait eu un trop faible tonnage et, par suite, n'eût pas été un vrai bâtiment de mer, conservant sa vitesse même dans les mauvais temps. Quoi qu'il en soit, les paquebots ont grandi de manière à laisser en arrière le *Great Eastern* lui-même, cette belle conception qui a eu le tort de venir trop tôt,

TABLEAU III. — *Caractéristique des grands paquebots modernes.*

NOMS des paquebots	LONGUEUR	LARGUEUR	CREUX	DÉPLACEMENT	PUIS-SANCE	VITESSE
			tonnes	chev.		
Great Eastern.	211 ^m 00	25 ^m 31	17 ^m 53	27.000	8.000	14 ^m 25
Lucania. . . .	190,06	19,82	12,81	19.000	30.000	22,01
Oceanic. . . .	214,07	20,74	14,94	28.500	38.000	19,50
Deutschland.	217,02	20,43	12,81	23.000	37.500	23,50
Baltic.	221,01	22,87	14,94	30.000	18.000	16,25
Kr Wilhelm II.	213,03	21,96	16,01	30.000	40.000	23,50
Carmania (tur-						
bines.	203,10	21,96	15,86	31.400	"	20,19
Chambers Imp-						
bines.	239,43	26,84	18,43	43.000	80.000	25,00

mais qui, il faut le reconnaître, a beaucoup servi à l'art du constructeur de navires. Le tableau III, que nous empruntons en grande partie au *Yacht* est éloquent à cet égard.

III. — OUTILLAGE DES PORTS DE GUERRE ET DE COMMERCE.

La politique mondiale qui est aujourd'hui à l'ordre du jour, les relations commerciales de plus en plus étendues, conduisent à faire grand sur mer. Mais ce n'est pas tout de faire de grands bateaux: il faut des ports où ils trouvent de l'eau sous leur quille à toute heure du jour ou de la nuit sans risquer de s'échouer, des quais où ils puissent accoster sans crainte de toucher le fond à la marée basse; il faut des bassins de radoub où ils puissent se peindre et se réparer; il faut des cales pour les construire qui aient la longueur voulue et devant lesquelles il y ait une nappe d'eau suffisante pour qu'à peine entré dans la mer le bâtiment ne vienne pas s'écraser contre un quai

ou une rive de fleuve. Pour mettre en œuvre, dans un temps raisonnable, l'énorme quantité de matériaux qui entre dans la construction des coques et des machines des navires, il faut des chantiers pourvus d'un outillage moderne, des grues puissantes et à grande portée. Bref, tout l'outillage doit être renouvelé dans toutes ses parties.

Même dans les pays qui ont su le plus et le mieux s'installer, n'ayant pas l'arrière de vieilles flottes de commerce ou de guerre, les travaux qui ne sont pas encore achevés sont déjà insuffisants et seront à refaire demain.

Quand on se représente ce qu'est l'outillage d'un port et qu'on se rend compte qu'il est tout entier à reprendre depuis ses bassins trop petits, ses grues trop faibles, ses magasins trop étroits, jusqu'aux moindres détails, on est effrayé de ce qui doit être fait dans une seule localité. Mais quand cela se multiplie comme dans le cas présent, que tous les grands ports de commerce, tous les arsenaux du monde, même les plus récents, même ceux encore inachevés se trouvent dans une situation analogue, notre esprit reste hésitant et déconcerté. Malgré notre éducation latine, nous ne concevons pas l'effort gigantesque qu'exige la politique mondiale entrée dans nos mœurs françaises à notre insu et sans l'intervention de notre volonté, par le seul besoin de vivre, d'être ou de ne pas être.

Sans doute, on peut dire que désormais les ports de commerce mondiaux sont à peu près classés et appelés à diminuer plutôt qu'à augmenter de nombre. L'effort doit être porté sur un nombre restreint de points bien choisis. Sur des côtes de grande étendue, un port doit suffire pour le commerce mondial, et la région voisine doit être desservie par le cabotage. Mais, pour que les grands ports déjà existants dans un pays ne disparaissent pas et ne deviennent pas en quelque sorte des ports de cabotage dépendant d'un port étranger, il faut, dans chaque pays, faire l'effort nécessaire avant que le commerce, ait pris d'autres voies et d'autres habitudes.

Aussi dans le monde entier cette transformation est-elle en cours d'exécution plus ou moins rapide. C'est ainsi que les Américains, pour permettre aux nouveaux navires d'entrer à New-York avec un tirant d'eau de 14 mètres, sont déjà en train de creuser l'Ambrose Channel, une des passes principales qui donnent accès à ce port. En Angleterre, en Amérique, au Japon, on installe, pour le chargement et le déchargement des matières lourdes, charbons et minerais, des appareils d'une puissance inouïe, avec lesquels on arrive à décharger de 400 à 700 tonnes à l'heure: on charge d'un seul coup dans un navire des wagons de 20 et même de 50 tonnes, avec des dispositions telles que la vitesse

¹ Numéros du 1^{er} août 1905 et du 13 décembre 1905.

de déchargement n'est réellement limitée que par celle avec laquelle on peut amener et enlever les wagons.

Sans doute, cette transformation mondiale a quelque chose d'effrayant. En ce qui concerne les dépenses faites pour la marine et les ports de commerce, on peut du moins espérer qu'elles seront productives; l'argent qui sert à faire de plus grands ports, des canaux plus grands et plus nombreux et de nouvelles voies ferrées pour desservir ces ports semble bien employé parce qu'on en voit l'utilité immédiate.

L'augmentation du tonnage des navires de combat, l'approfondissement des ports de guerre, la création de bassins gigantesques, de nombreux points d'appui, effraient davantage au premier abord. Cependant, les dépenses faites pour préparer la guerre sont utiles parce que le meilleur moyen de l'éviter est de la préparer, et cela coûte meilleur marché. Les anciennes marines avaient jusqu'ici une foule de vieilles unités dont la valeur était discutable, mais qui faisaient nombre et dont il n'eût pas paru sage de se défaire. Les jeunes marines allaient elles-mêmes avoir à traîner ce fardeau. La transformation actuelle tend à faire table rase du passé: si elle crée de nouvelles et importantes sources de dépenses dans un but utile, elle a pour corollaire de supprimer d'autre part des réparations coûteuses et de faire renoncer à un outillage suranné. Enfin, à un point de vue plus général, la création d'arsenaux et de points d'appui dans le monde entier crée de nouveaux foyers d'industrie sur la surface du globe. Dans des contrées où il n'y avait pas un atelier vont se former des ouvriers habiles, et le résultat ne sera pas perdu au point de vue de la civilisation.

IV. — PROGRÈS RÉCENTS.

Pour terminer cette étude, après avoir examiné les questions d'ensemble, il reste à noter quelques-unes des parties où les progrès ont été le plus saillants. Nous n'en dirons que quelques mots.

1. *Cuirasse*. — La cuirasse varie comme épaisseur suivant les marines. On trouve dans le *Naval Annual* de Lord Brassey de 1905 un tableau très suggestif, donnant les épaisseurs de blindage des navires cuirassés des différentes marines construits de 1856 à aujourd'hui. Dans cette période de dix années, la protection, exprimée en millimètres d'acier forge de manière à tenir compte des perfectionnements de la fabrication, est la suivante (Tableau IV).

Ces chiffres sont très instructifs, en ce qu'ils montrent quelle opinion on se forme dans les différents pays de l'épaisseur maximum à donner à la

cuirasse pour pouvoir aborder sans crainte le combat. La proportion entre les épaisseurs maxima des cuirasses de ceinture en Angleterre et en France

est de $\frac{176}{673}$ ou 0,69; ce qui revient à dire que là où

nous avons mis une cuirasse de ceinture de 320 millimètres, les Anglais en auraient adopté une de 234 millimètres. Cette dernière épaisseur est, d'ailleurs, celle de la cuirasse des navires de la classe *King Edward VII*.

Les cuirassés type *République* ont une cuirasse de ceinture de 280 millimètres, au lieu de 320 sur l'*Yéna* et de 400 sur le *Charlemagne* et le *Gaulois*. Même en France on a donc aujourd'hui une tendance à diminuer la cuirasse de ceinture pour reporter l'accroissement du poids sur les machines ou l'artillerie. Les leçons des dernières guerres jus-

TABLEAU IV. — *Moyenne de la protection maximum adoptée dans les dernières années, exprimée en millimètres d'acier forgé.*

NATIONALITÉ	CEINTURE	CLOISONS	PROTECTION des gros canons
France	673	Ceint. compl.	698
Etats-Unis . . .	673	308	667
Japon	578	546	635
Russie	552	489	597
Allemagne . . .	546	Ceint. compl.	559
Italie	514	464	511
Angleterre . . .	476	669	638

tiennent cette manière de faire. Elles ont montré que l'important était d'avoir de larges surfaces cuirassées d'épaisseur raisonnable, plutôt que des cuirasses très épaisses couvrant une moindre étendue.

Les cuirasses sont toutes soumises à des traitements coûteux et délicats pour leur permettre, avec une épaisseur bien moindre, ne dépassant pas 28 centimètres en général, d'offrir cependant une meilleure résistance à la pénétration que les plaques épaisses d'autrefois.

Les procédés employés pour durcir les plaques de blindage sur la face extérieure, tout en laissant la partie arrière plus douce et moins cassante, sont de trois sortes: 1° le *procédé Harvey*, à composition chimique variable et chaleur constante; 2° le *procédé Krupp*, où l'on fait varier la composition chimique et la chaleur; 3° enfin le *procédé Krupp sans cémentation*, caractérisé par une composition chimique constante et la variation de la chaleur.

Dans les deux premiers procédés, la variation de la composition chimique est obtenue au moyen d'une cémentation progressive, grâce à laquelle la plaque se trouve amenée à une teneur en carbone

décroissante depuis la face extérieure jusqu'à une petite distance en arrière.

Dans le procédé Harvey, la plaque déjà presque finie de fabrication est chauffée également dans toutes ses parties, qui se trouvent portées uniformément à une haute température. A ce moment, on refroidit brusquement la face extérieure, qui devient très dure. La résistance de la plaque à la pénétration est rendue très considérable, mais ce traitement ne modifie pas sensiblement la structure moléculaire de la face interne, qui est plus ou moins cassante. Dans le procédé Krupp, en plus des opérations précédentes, on soumet, lors du traitement final, les deux faces de la plaque à des températures différentes, de manière à rendre le métal moins cassant. L'opération est délicate et difficile à réussir, et cela d'autant plus que les plaques sont moins épaisses. Au-dessous de 100 millimètres, on a employé souvent, en Angleterre et en Allemagne, le procédé Krupp sans cémentation, bien que la résistance à la pénétration soit bien diminuée.

Il semble résulter de cela que le procédé Krupp serait supérieur pour les plaques épaisses, le procédé Harvey pour les minces. Mais il faut tenir compte de ce que certains fabricants de plaques ont cherché et réussi à produire des plaques harveyées dont la face intérieure n'est nullement cassante et sujette à se fendre. Ils ont eu pour cela recours à des aciers spéciaux. Les plaques épaisses ainsi produites se sont montrées aussi bonnes que n'importe quelle plaque Krupp et les plaques minces ont été infiniment supérieures à ce qui s'était fait jusqu'alors.

De très beaux résultats ont été obtenus en particulier par M. Charpy, directeur de l'usine Saint-Jacques, à Montluçon. Ils ont eu pour conséquence d'amener MM. Krupp à accepter la cémentation pour les plaques d'une épaisseur supérieure à 76 millimètres, tandis qu'ils avaient jusqu'ici refusé d'appliquer leur procédé aux plaques de moins de 100 millimètres pour lesquelles il est impropre. Le procédé Charpy paraît destiné à se substituer à ceux jusqu'ici en usage pour la fabrication des plaques minces.

2. *Artillerie.* — Les enseignements des dernières luttes navales ont été particulièrement féconds en ce qui concerne l'artillerie.

Les combats récents ont montré que le rôle de l'artillerie moyenne était négligeable et amené à envisager l'artillerie des navires de combat futurs comme devant être uniquement composée de deux sortes de pièces : des canons de gros calibres : 305, 270 ou 240 millimètres, pour lutter contre les grands navires, et ensuite de petites pièces : 75, 57 ou 47 millimètres, destinées à combattre les torpil-

leurs, la préférence devant être accordée, dans chacune de ces deux classes, aux calibres les plus forts : 305 et 75 millimètres.

Le fait le plus saillant a été ensuite la distance à laquelle s'est engagée et poursuivie l'action. On s'est battu à des distances variant de 3.000 à 12.000 mètres et, en général, supérieures à 6.000. Puisque c'est l'artillerie qui décidera de la victoire, tous les efforts doivent être faits en vue d'obtenir la supériorité du tir à ces grandes distances.

En dehors de la question du tir, qui est primordiale, il faut également s'arranger pour que les projectiles produisent leurs effets maxima aux grandes distances de combat. La conséquence immédiate est que l'on doit renoncer à lancer des projectiles relativement légers avec une grande vitesse initiale et chercher, au contraire, à *augmenter le poids du projectile*. Le Colonel Vallier écrivait, il y a une dizaine d'années :

« A égalité de force vive initiale entre deux projectiles de même calibre, le plus léger aura une vitesse supérieure, une trajectoire plus tendue, une zone dangereuse plus allongée.

« Mais aux distances de combat à rupture, c'est-à-dire entre 1.500 et 2.000 mètres, ces avantages disparaissent devant la supériorité de masse du projectile lourd, de telle sorte que *l'effet probable du tir du projectile lourd est toujours supérieur à celui du projectile léger*¹. »

Ce que disait alors le Colonel Vallier s'appliquait aux distances qu'on envisageait à ce moment comme distances normales de combat : 1.500 à 2.000 mètres. Aujourd'hui, où le combat se livrera de 6.000 à 12.000 mètres, le projectile léger doit sans hésitation être mis de côté et l'on doit uniquement avoir en vue le projectile lourd qui, à cause de sa masse, conserve une énergie plus grande au fur et à mesure que la distance croît. Deux canons de 305 millimètres ayant même vitesse initiale, tirant des projectiles pesant respectivement 385 et 340 kilogs, auront à la bouche de la pièce une énergie peu différente; à la distance de 4.500 mètres, la puissance de perforation du second ne sera plus que les 0,84 de celle que réalise le premier : le projectile lourd traverserait 79 centimètres de fer et le second 65 centimètres seulement. Ce ne sera donc plus dans l'allongement des canons et dans l'augmentation de la vitesse initiale qu'il faudra chercher à l'avenir l'accroissement de la puissance de l'arme principale

¹ Il ajoutait ensuite : « Nous appelons effet probable le produit de l'effet d'un coup isolé par la probabilité qu'il a de se produire. Pour un obus léger, la tension de trajectoire étant grande, la probabilité est élevée, mais l'effet médiocre; c'est le contraire pour l'obus lourd, et le calcul montre que, à égalité d'énergie initiale, l'avantage est en faveur de ce dernier. »

des bâtiments de combat; il faudra, avant tout, se préoccuper de donner aux projectiles la plus grande masse possible. Les Américains et les Anglais usent, pour les pièces de 305 millimètres, de projectiles de même poids : 385 kilogs. Les canons américains sont particulièrement puissants : leur 305 a une vitesse initiale égale à celle du canon français : 913 mètres environ; il lance un projectile de 385 kilogs au lieu de 340. Les autres nations, surtout les Allemands, ont jusqu'ici des projectiles beaucoup plus légers; le canon allemand de 283 lance un obus pesant seulement 270 kilogs avec une vitesse initiale de 825 mètres.

Pour soustraire l'ogive des projectiles à l'action brisante des plaques durcies à la surface, on continue à employer les coiffes que l'amiral Makaroff avait imaginées en 1894 et dont les avantages sont aujourd'hui universellement reconnus. La puissance de perforation est augmentée de 15 à 30 % quand les coups ne sont pas trop obliques.

3. *Torpilles*. — Un grand progrès a été réalisé dans ces derniers temps au point de vue de la distance qu'on peut faire franchir à la torpille Whitehead en ligne droite. Ce fait, qui eût vivement frappé il y a quelques années, n'est pas passé inaperçu, mais il n'a pas retenu particulièrement l'attention. En effet, la distance du combat a tellement augmenté que cet avantage est bien moins considérable qu'il ne l'eût été à l'époque où l'on se battait encore à 2.500 ou 3.000 mètres. Les grands navires seront, soit écartés des côtes par la crainte des sous-marins, soit appelés à se battre en pleine mer à des distances telles que la torpille ne sera à redouter qu'à la fin de l'action, comme cela a été le cas à Tsoushima. Elle n'interviendra qu'au moment où les torpilleurs chercheront à accabler un ennemi déjà défait et pouvant à peine se défendre. Dans ces conditions, le fait de pouvoir lancer la torpille quelques centaines de mètres plus loin ne paraît pas devoir avoir une grande importance.

4. *Chaudières*. — Au point de vue des générateurs de vapeur, pour lesquels la France continue depuis de longues années à tenir le premier rang, en laissant de côté les importants perfectionnements de détail qu'ont subis les principaux types, un immense progrès a été réalisé le jour où l'on a limité à 110 kilogs la combustion par mètre carré de grille sur les grands bâtiments. C'est un point acquis aujourd'hui. Il donne aux navires une endurance qui leur faisait souvent défaut et permet de maintenir leur vitesse sans qu'il soit besoin d'un personnel de chauffeurs spécialement entraînés, qu'on peut ne pas posséder en nombre suffisant pour tous les navires au moment d'une guerre. Si

nous insistons sur ce point, c'est qu'il constitue à nos yeux un progrès de premier ordre.

Il faut rappeler aussi les bons résultats qu'a donnés le réchauffage de l'eau d'alimentation.

5. *Turbines à vapeur*. — La turbine à vapeur a commencé à entrer dans le domaine de la pratique comme appareil moteur des bâtiments de guerre et de commerce. La solution qui consiste à atteler sur plusieurs arbres des turbines à vapeur au lieu de machines alternatives est des plus séduisantes : l'appareil moteur gagne en simplicité et en facilité de manœuvre, il exige moins de personnel, il est moins sujet à l'usure, et est moins exposé aux chances d'avaries. Toutefois, deux grosses objections ont paru, dès le début, de nature à retarder le développement de l'emploi de la turbine à vapeur comme moteur des navires : 1° la difficulté de passer de la marche en avant à la marche en arrière; 2° la forte dépense de combustible aux allures modérées.

La première de ces objections, qui était très grave au point de vue des manœuvres d'accostage et des risques d'abordage, a été résolue par différents dispositifs et surtout par l'emploi de turbines spéciales à marche arrière, attelées sur les mêmes arbres que les turbines de marche avant.

La seconde objection est plus importante pour les navires de guerre que pour les paquebots. Ces derniers doivent, en effet, développer toute leur puissance pendant la traversée : la marche à allure réduite est un non-sens¹ pour ces navires, puisqu'elle correspondrait à faire transporter à prix d'argent un poids mort sans nulle utilité. Ce n'est que dans la période très courte d'atterrissage ou de départ ou dans les temps de brume qu'ils sont appelés à diminuer d'allure.

Il en va tout autrement pour les navires de guerre. La vitesse maximum qu'ils doivent pouvoir atteindre, ces bâtiments ne sont appelés, en temps de paix, à la donner que rarement, soit dans des essais périodiques où l'on s'assure qu'ils pourront la fournir sans hésitation le moment venu, soit quelquefois dans les manœuvres. Le reste du temps, dans le double but de ne pas faire de dépenses inutiles et en même temps de pouvoir parcourir un plus grand espace avec la quantité de charbon qui peut se loger dans leurs soutes, ils font usage de vitesses modérées, beaucoup moins coûteuses. Un moteur économique aux allures de 12 à 15 nœuds doit donc être préféré.

La turbine jusqu'ici n'avait pas paru répondre du

¹ Sauf le cas tout à fait spécial où les bâtiments de commerce ont été construits dans des conditions d'entente particulière avec les Gouvernements, pour pouvoir être utilisés en cas de guerre comme croiseurs auxiliaires.

tout au programme que nous venons de rappeler. Aussi les essais du croiseur *Amethyst*, qui semblent, jusqu'à un certain point, de nature à faire revenir sur une prévention justifiée, ont-ils eu un grand retentissement. L'intérêt de ces essais était accru par ce fait que la Marine anglaise possède trois autres croiseurs absolument semblables à l'*Amethyst*, mais à machines alternatives. Ils ont donné 22,34 nœuds; avec les mêmes chaudières, l'*Amethyst* a atteint 23,63 nœuds. Le poids de l'appareil moteur est le même. A 10 nœuds, l'*Amethyst* consomme environ 23 % de plus que la *Topaze*; à 14 nœuds, il y a presque égalité; à 18 nœuds, la

TABLEAU V. — Consommation de charbon, par heure, réalisée dans les essais comparatifs de l'*Amethyst* et de la *Topaze*.

VITESSE EN MILLES	AMETHYST turbines	TOPAZE (machines alternatives)
Essai à 10 nœuds. Durée, 24 heures.	10,00 10,05	1.320 ^k " 990 ^k
Essai à 14 nœuds. Durée, 24 heures.	14,062 14,08	2.140 " 2.100
Essai à 18 nœuds. Durée, 30 heures.	18,186 18,10	3.800 " 4.750
Essai à 20 nœuds. Durée, 8 heures.	20,6 20,63	5 000 " 7.000
Essai à toute puissance. Durée, 4 heures.	23,63 22,10	11 000 " 11.800

turbine économise environ 20 %; à 20 nœuds, 30 %, et cette différence augmente encore au delà de 20 nœuds. Cette comparaison est d'autant plus précieuse qu'on est toujours dans l'hésitation quand il s'agit de rendement des navires à turbines: les essais progressifs de vitesse d'un navire donné ne peuvent, en effet, fournir à ce point de vue aucun renseignement utile, puisqu'il est impossible de mesurer la puissance au moyen d'indicateurs.

Il est intéressant de citer quelques chiffres extraits des rapports d'essais (Tableau V).

Il résulte de là que, avec son approvisionnement de 750 tonnes de charbon, l'*Amethyst* pourrait franchir au maximum 5.570 milles à 10 nœuds, tandis que la *Topaze* aurait un rayon d'action de 7.300 milles à cette vitesse. Vers 15ⁿ, la distance franchissable serait égale pour les deux navires et voisine de 5.000 milles. Au delà, le moteur à turbines serait supérieur à tous les points de vue, et il permettrait à l'*Amethyst* de franchir 1.620 milles à

23ⁿ,63, tandis que la *Topaze* n'aurait, à toute vitesse, qu'un rayon d'action de 1.420 milles à 22ⁿ,10.

A la suite des expériences de l'*Amethyst*, la Marine anglaise n'a pas hésité à mettre des turbines sur son plus puissant vaisseau de guerre. Le *Dreadnought*, qui promet d'être un modèle à bien des égards, doit être muni de turbines développant environ 22.000 chevaux.

Si les essais de ce cuirassé venaient confirmer les résultats de l'*Amethyst* et *a fortiori* si de nouveaux perfectionnements introduits dans les turbines permettaient de diminuer encore davantage la consommation de charbon aux allures inférieures à 15 nœuds, il n'y a pas de doute que la question de l'emploi des turbines sur les navires de guerre serait résolue. Mais, jusque-là, on peut dire que la question est encore à l'étude; elle est des plus intéressantes à suivre de près.

En ce qui concerne les paquebots, un certain nombre déjà fonctionnent avec des turbines entre la France et l'Angleterre, et en 1905, pour la première fois, un paquebot à turbines, le *Victorian*, de l'Allan Line, a fait la traversée de l'Atlantique. Il a été bientôt suivi par la *Carmania*, de la ligne Cunard, un des plus grands navires actuellement en service. Les gigantesques paquebots dont doit s'enrichir la ligne Cunard, qui auront la capacité de charge inouïe de 30.000 tonnes, seront mus par quatre turbines conduisant quatre arbres ayant chacun une hélice. La puissance développée par les turbines atteindra 80.000 chevaux. L'emploi des turbines comme moteurs des paquebots est donc complètement entré dans le domaine de la pratique.

V. — CONCLUSIONS.

En terminant cette revue des diverses questions qui présentent le plus d'intérêt pour les bâtiments de guerre et de commerce, il y a lieu de se demander ce que la France doit et ce qu'elle peut faire.

Depuis soixante-dix ans, les transformations de la Marine ont été ininterrompues et la France a été au premier rang de tous les progrès. Le premier grand navire à vapeur, le *Napoléon*, puis les cuirassés, les croiseurs protégés, le premier croiseur cuirassé, les premiers sous-marins sont d'origine française.

Aujourd'hui où la transformation qui s'impose paraît nécessiter plus de continuité dans l'effort, plus de suite dans les idées que de talent ou de génie, pouvons-nous hésiter à la faire? Telle est la question qui se pose.

De la réponse qui y sera faite dépend en grande partie l'avenir de notre pays. La place que nous occupons dans le monde exige que nos flottes et

de guerre et de commerce soient puissantes et respectées. Elles ne le seront qu'à condition d'être fortes. Il y a assez d'initiative et assez de capitaux en France pour qu'on puisse espérer que notre marine de commerce revoie des jours meilleurs. Dans les temps les plus mauvais, on a vu se fonder et croître de nombreux chantiers de construction, présage d'un relèvement qui, nous voulons le croire, ne se fera pas trop attendre.

Mais pour la Marine de guerre, surtout, l'heure est grave. Des nations voisines sont sur le point de nous égaler et de nous dépasser. Et, comme on n'improvise pas une marine et que les navires coûtent cher, il faut voir juste et faire vite. Or, pour cela, aurons-nous les ressources nécessaires à la fois pour les flottes et les points d'appui?

Nous répondrons oui sans hésiter.

Nous avons les ressources en tant qu'hommes et en tant qu'argent, à condition de traiter les deux questions du personnel et du matériel d'une manière absolument opposée.

Pour le personnel, il importe, avant tout, de maintenir les vieilles traditions de la Marine, les traditions de discipline, d'abnégation et de patriotisme.

Pour le matériel, il faut trancher dans le passé, renoncer aux réparations coûteuses de navires démodés, et concentrer tous les efforts sur la nouvelle flotte, composée de quelques types bien choisis, maintenus toujours armés et sur des points d'appui peu nombreux, mais bien défendus, munis de tout l'outillage nécessaire aux arsenaux et abondamment pourvus en charbon, en vivres et en munitions.

Il faut faire produire à nos arsenaux et à nos

chantiers privés le maximum. Pour les arsenaux, on doit construire dans des ports déterminés et y avoir toujours trois navires en construction : un sur cale, un en achèvement à flot, et un en armement; le personnel ouvrier et l'outillage doivent y être suffisants pour que les constructions se fassent dans le délai minimum.

Mais ce n'est pas tout : la flotte elle-même doit avoir un rendement maximum. Pour cela, les navires de combat doivent toujours être armés; sauf le cas d'avarie, ils ne doivent être immobilisés un certain temps dans les ports que de loin en loin, lors des retubages de chaudières, sans jamais subir autre chose que de simples réparations.

Sauf sur le premier navire d'un type nouveau après la première campagne, les modifications doivent être proscrites. *A fortiori* ne doit-on pas faire de refontes, qui sont des modifications coûteuses de bâtiments déjà anciens.

L'effort doit se limiter à deux points : construire vite et tenir toujours prête la flotte construite.

En s'engageant dans cette voie et en y persévérant, on ne tardera pas à en apercevoir les résultats fructueux. Le jour où l'arsenal de Bizerte sera définitivement organisé, la situation de la France aura singulièrement grandi. Le jour où nous posséderons des escadres de grands cuirassés et de grands croiseurs cuirassés toujours prêts et bien entraînées, la parole de la France aura encore acquis un plus grand poids dans le monde. Que faut-il pour cela? D'abord de la volonté, ensuite de l'ordre et de la méthode.

A. Croneau,

Ingénieur en chef de la Marine.

LA CIRCULATION OCÉANIQUE

L'étude de la circulation océanique est peut-être le problème le plus intéressant — on dirait presque le plus passionnant — de l'Océanographie, qui en soulève de si passionnants. Il est à coup sûr le plus compliqué, car il impose, pour une solution complète et définitive, la connaissance des résultats de toutes les recherches statiques qui font l'objet de la science de la mer. Peu de ces résultats sont entièrement connus, quelques-uns sont à demi connus, le plus grand nombre restent encore inconnus, et tous se réunissent pour donner comme résultat final, comme condensation des phénomènes accomplis, le mouvement des eaux marines. Bien des fois on a comparé l'Océan à un gigantesque organisme; on poursuivrait volontiers la comparaison, car la circulation océanique, mettant en mouvement rythmé

et régulier la masse liquide qui, sur tout le globe, tend à unifier les conditions physiques et chimiques, est bien l'analogue de la circulation du sang, unifiant, elle aussi, les conditions de vie dans l'ensemble des organes de l'être vivant. On ne connaît, jusqu'à présent, que dans leurs traits principaux les lois de la circulation océanique, en tant qu'elles rendent des services pratiques immédiats principalement à la navigation; on ne possède sur le reste que des soupçons plus ou moins justifiés; le plus souvent, on demeure dans l'ignorance. Cependant, grâce à des procédés que j'ai indiqués récemment¹, il semble que, dès aujourd'hui, on en sait assez pour être

¹ J. THOULET : Méthode physique et chimique de reconnaissance et de mesure des courants sous-marins profonds. *C. R. A. S.*, t. CXXXVIII, pp. 527-529, 22 février 1904.

assuré que, pour parvenir à découvrir jusqu'en leurs moindres détails les lois des phénomènes, il ne sera besoin que de patience et de conscience scientifique, car le travail se bornera à recueillir des données expérimentales à la mer, à faire des analyses dans le laboratoire et à transcrire graphiquement sur des cartes les résultats obtenus. Dès que, points par points, ces cartes relatives à une région déterminée auront été achevées, elles fourniront la représentation exacte des lois, que chacun sera dès lors en état de lire et d'énoncer.

1

On se rappelle les divers procédés employés pour mesurer à la mer deux des trois variables qui, en chaque lieu, caractérisent un courant marin : sa direction et sa vitesse. Le loch est un procédé rudimentaire et, d'ailleurs, applicable seulement à la surface : les bouteilles et flotteurs abandonnés au large n'apportent que des indications grossières et même erronées ; les bouteilles et flotteurs accouplés, peut-être un peu plus précis, servent à la surface et en profondeur, mais leur manœuvre est longue et souvent incommode, sinon impossible à appliquer dans une foule de cas. Les dragues à courants sont préférables : elles ont servi, à bord du *Challenger*, à dresser quelques roses de courants qui, malgré leur nombre restreint, ont appris à peu près tout ce que l'on sait actuellement sur la circulation profonde. Les divers systèmes de mesureurs mécaniques de courants, ceux d'Aimé, de Pillsbury et d'autres encore, ne sont à citer que pour mémoire : leur moindre défaut est d'être compliqués, par conséquent coûteux, délicats à manier et d'un fonctionnement irrégulier.

J'ai indiqué¹ pour mesurer les courants des procédés indirects, applicables en partie à la mer, où l'on recueille les échantillons d'eau et où l'on prend leur profondeur avec leur température, et en partie dans le laboratoire, où l'on observe leur densité, où l'on procède à leur analyse chimique. Je passe sous silence d'autres méthodes indirectes consistant, par exemple, à mesurer le diamètre et la vitesse de chute dans l'eau des sédiments déposés sur le fond, où ils sont parvenus en traversant toute l'épaisseur des eaux sus-jacentes et qui ne se trouvent à l'endroit où on les rencontre que parce que les courants en ce point avaient une vitesse inférieure à celle qui est suffisante pour entraîner les grains. On tire de ces documents, recueillis en une localité de l'Océan,

des informations sur la circulation au contact même du fond².

Dès à présent, les documents obtenus sont assez abondants pour que, grâce à eux, la science soit en possession des données certaines suivantes.

Ainsi, d'ailleurs, qu'on le savait depuis longtemps, tous les phénomènes s'accomplissant sur le globe se coalisent, réduisent leur action pour fournir un résultat total qui est la circulation telle qu'elle existe au sein de l'Océan.

Il y a des courants chauds et des courants froids.

Les roses de courants établies par le *Challenger*³ permettent d'affirmer que la circulation se fait sentir dans les profondeurs aussi bien qu'à la surface et qu'en un même point, le long d'une même verticale, les courants sont susceptibles de varier en direction et en intensité. On peut déduire de ces faits et de considérations basées sur la distribution de la température dans les eaux profondes que, selon toutes probabilités, la masse liquide est partagée horizontalement en deux régions superposées, l'une comprise entre la surface et 1.000 mètres environ de profondeur, où la circulation s'effectue avec un maximum d'activité, la seconde, entre 1.000 mètres et le fond, où, sauf de rares exceptions, même douteuses, elle est réellement nulle⁴.

Mes propres observations, appuyées sur l'analyse d'échantillons d'eaux récoltés en séries⁵, ont conduit à reconnaître que, contrairement à ce qui se passe sur le sol subaérien où tous les cours d'eaux descendent la pente de leur lit, les courants marins, fleuves encaissés entre des berges et un ou deux lits liquides, coulent à contre-sens de la pente de leur lit inférieur. La pente ou inclinaison d'un courant constitue maintenant une troisième caractéristique essentielle de celui-ci.

Partout les courants marins se dirigent des localités de plus faible densité *in situ* des eaux vers les localités de plus forte densité *in situ*. Cette loi d'équilibre avait déjà été énoncée par Marsigli dès la fin du xvi^e siècle.

Les causes naturelles donnant naissance aux courants, quelque nombreuses qu'elles soient, puisqu'elles sont infinies, se ramènent néanmoins à deux grandes classes : les causes mécaniques ou dynamiques et les causes statiques. Parmi les premières sont les forces astronomiques et météorologiques, dont l'action est bien connue ; parmi les secondes, les causes se rattachant à des états

¹ J. THOULET : Distribution des sédiments fins sur le lit océanique. *C. R. A. S.*, n° 17, t. CXLII, p. 669, 23 octobre 1905.

² *Narrative of the cruise*, vol. 1, p. 81. — Report on the scientific results of the exploring voyage of H. M. S. Challenger, 1873-76.

³ J. THOULET : *Océanographie dynamique*, p. 118.

⁴ J. THOULET et CHEVALIER : Sur la circulation océanique. *C. R. A. S.*, t. CXLII, p. 276, 22 janvier 1906.

⁵ J. THOULET : Analyses d'eau de mer récoltée à bord de *Princesse-Alice* en 1902 et 1903 et considérations générales sur la circulation océanique. *Résultats des campagnes scientifiques*, C. Albert I, Prince de Monaco, fasc. XXIX, mémoire V, 1907.

physiques et chimiques des eaux dont l'importance n'était pas suffisamment évaluée. Il est souvent difficile de faire entre les unes et les autres une séparation rigoureuse, qui, d'ailleurs, serait sans grand intérêt, toute classification n'étant en définitive qu'une aide artificielle destinée à faciliter la compréhension d'un ensemble de faits et à secourir la mémoire.

La première des forces astronomiques est la rotation terrestre. Sur le globe nivelé, entièrement recouvert d'une nappe d'eau uniforme, qui, on en a fait le calcul, aurait une épaisseur de 2.500 mètres environ, la masse liquide entraînée par le mouvement de rotation de la Terre, d'est en ouest, animée d'une vitesse plus rapide à l'équateur que vers les pôles, prendrait à elle seule un mouvement général vers l'ouest dans les régions équatoriales, vers l'est sous les latitudes plus hautes.

Une nouvelle cause est celle des marées, dues à l'attraction exercée par les astres, principalement la Lune et le Soleil, et qui produisent deux fois par jour une intumescence de la masse liquide, double crête mobile d'ondulation séparée par deux creux. Il en résulte, surtout dans les parages relativement peu profonds voisins des continents, un mouvement régulier de progression des eaux cherchant à passer, pour rétablir le niveau, de la crête à la vallée et ensuite de la vallée à la crête. Ces courants sont particulièrement sensibles dans les mers étroites, allongées, en communication à leurs extrémités avec des espaces d'eau plus vastes, et ils donnent évidemment naissance à des courants de sens exactement inverse, appelés de réaction ou de compensation.

La cause dynamique principale mettant en mouvement l'Océan est le vent. Cependant, son action ne s'exerce qu'à l'extrême surface et à une faible profondeur au-dessous d'elle, ainsi que l'a démontré Zoppritz; elle entraîne les eaux dans la direction même de la marche de l'air et, à son tour, le cours des eaux réagit dans une certaine mesure sur celui du vent, car tout phénomène naturel est à la fois cause et effet. Cette action se fait sentir avec son maximum d'énergie dans la couche mince superficielle de la mer, tout comme, en sens inverse, dans la mince couche gazeuse inférieure, au sein de l'Océan atmosphérique, la circulation aérienne s'exerce avec son maximum d'intensité. Les deux nappes se touchent suivant la surface de l'eau. Et, que l'on s'élève ensuite à travers l'air ou que l'on descende à travers la mer, dans un sens ou dans le sens opposé, l'activité décroît rapidement au sein de ces deux autres zones beaucoup plus épaisses, non contiguës, où le mouvement n'est presque uniquement qu'une compensation se bornant à alimenter, en tant qu'il est indispensable

pour que le cycle soit fermé, l'activité des deux zones contiguës.

II

Abordons maintenant l'exposé plus détaillé des considérations nouvelles sur la circulation océanique.

Les causes statiques en un moment déterminé sont toutes condensées, quel que soit leur nombre, en deux symboles qui doivent à présent être rigoureusement définis.

L'unité de volume d'eau de mer, le litre, possède à la température fixe de zéro un certain poids, variable dans les divers échantillons avec la quantité de sels en dissolution, et qui, évalué par rapport au poids du litre d'eau distillée à la température de $+4^{\circ}$, qui est celle de son maximum de densité, afin d'obéir aux prescriptions du système métrique, est la densité absolue S_0 de l'échantillon. La détermination pratique de cette caractéristique, dans chaque échantillon, est une opération de physique sans aucune difficulté.

Cependant, le litre d'eau n'est pas toujours dans la nature à la température de zéro. Pris en divers points de l'Océan, il a, en chaque endroit, et parfois, au même endroit, à des moments différents, une température θ , tantôt plus haute, tantôt plus basse, et, à chaque variation de θ , correspond une valeur différente du poids, toujours rapporté au poids du litre d'eau distillée à $+4^{\circ}$, représenté par le symbole S_{θ} , désigné sous le nom de densité à la température *in situ* θ .

Mais, même pour deux échantillons de S_0 identiques, la densité varie selon que le litre en aura été recueilli à une profondeur plus ou moins considérable au-dessous de la surface. Plus il était situé profondément, plus il était comprimé par les couches d'eau sus-jacentes, de sorte que le litre, à la pression d'autant d'atmosphères qu'il y a de fois 10 mètres entre son gisement et la surface, aura son volume diminué; et, par suite, si on le ramène au volume de 1 litre, son poids S_{θ} sera augmenté en fonction du coefficient de compressibilité n à n mètres de profondeur, valeur préalablement mesurée par les physiiciens. Le symbole nS_{θ} représente le poids du litre d'eau de mer pris à la profondeur de n mètres, avec sa température *in situ* de θ degrés. Or, c'est précisément dans ces conditions que le litre d'eau joue dans la Nature le rôle dont la découverte est l'objet de nos investigations. Dans le laboratoire, quand nous mesurons le S_0 d'un échantillon, celui-ci est inactif, il est mort. Au contraire, dans l'Océan, lorsque son poids au litre est nS_{θ} , il est actif, il circule, il est vivant, et c'est alors que nous devons l'étudier puisque

nous cherchons à découvrir les lois de sa vie qui est la circulation.

En réalité, on mesure expérimentalement, pour chaque échantillon, le S° , mais des calculs simples permettent de passer de la valeur trouvée à celle du nS° , à la condition qu'au moment même où l'on a récolté sur place l'échantillon, on ait eu le soin de noter sa température et sa profondeur.

Le symbole nS° révèle, à lui seul, les caractères de la circulation telle qu'elle s'effectue dans la masse des eaux océaniques, à l'exception de leur extrême surface où intervient l'action des causes mécaniques. Il ne s'agira que de recueillir des échantillons. Plus ils seront nombreux en des points différents de l'Océan, plus on aura de nS° , plus on connaîtra avec précision la circulation océanique.

Étudiés de plus près maintenant les causes qui font varier le nS° .

La valeur trouvée pour nS° résume en un nombre unique trois variables, n et θ d'une part, variables topographiques et physiques, spéciales à la position même qu'occupait l'échantillon. Elles sont ce qu'elles sont, complètes à elles seules, et nous n'avons qu'à les accepter sans les discuter. En revanche, la troisième variable, S° , dépend de la nature même de l'eau.

L'eau de l'Océan ne possède pas partout la même composition chimique. On ne saurait en rien la considérer comme une dissolution plus ou moins concentrée, dans de l'eau distillée, d'un mélange complexe, quoique toujours le même dans sa complexité qualitative et quantitative, des divers sels dont l'analyse chimique accuse la présence. Dans la masse entière de l'Océan, s'il peut exister et s'il existe certainement des eaux de même S° , on est en droit d'affirmer qu'il n'y existe pas deux gouttes possédant rigoureusement la même composition chimique.

Cette diversité de composition chimique est due à une foule de causes dont nous citerons quelques-unes. La congélation de l'eau de mer dans les régions polaires concentre les sulfates dans la glace et les chlorures dans la saumure, détruisant par conséquent ainsi l'équilibre chimique de l'eau; les éruptions volcaniques du fond dégagent des produits gazeux et salins qui se dissolvent dans les eaux ambiantes; les eaux continentales arrivent à la mer plus ou moins chargées de sels divers; des réactions chimiques s'accomplissent à l'intérieur même de la couche superficielle du sol sous-marin constamment imbibé d'eau, dont les modifications de composition se transmettent par convection aux eaux sous-jacentes; les êtres vivants, animaux ou plantes, concentrent pour les fixer dans leurs tissus, les uns la silice, d'autres le calcaire, d'autres divers corps parfois bien inattendus, tels que le plomb, le

zinc, le brome, l'iode; l'apport continu de matière organique résultant de la pluie de cadavres de Foraminifères, Radiolaires et autres, tombant de la surface pour s'accumuler sur le sol et y provoquer de nombreuses réactions chimiques avec la matière inorganique des sédiments; enfin, et en bornant l'énumération, l'action réciproque des sels, quand l'un d'eux est soustrait ou ajouté à l'ensemble, donne naissance à de nouvelles combinaisons entre les éléments restants. Toutes ces causes modifiant la composition chimique de l'eau, changent le S° , par conséquent le nS° , et par suite exercent une influence sur la circulation.

Comme un courant se dirige de l'eau de plus faible nS° vers l'eau de plus fort nS° , il en résulte une nouvelle série de causes de circulation.

C'est ainsi que l'évaporation étant plus active à l'équateur qu'aux pôles, puisque la chaleur y est plus forte, les eaux s'avancent des pôles vers l'équateur. La mesure de l'épaisseur de la couche liquide évaporée en chaque point de l'Océan prend à ce titre une importance extrême, car elle indique la marche des courants et explique la remontée des eaux vers la surface. Il s'agit non pas d'un mouvement vertical de bas en haut d'une nappe d'eau profonde, mais d'une sorte d'abaissement par évaporation de la surface même, continuellement compensé par un relèvement général des eaux sous-jacentes. Pour obtenir cette donnée, il devient indispensable de mesurer directement ou indirectement, sur l'Océan et sur ses rivages, l'état hygrométrique, en notant en même temps la direction et la vitesse du vent régnant au moment de l'observation. Ces mesures devront être synoptiques sur des cartes spéciales se rapportant soit à l'année entière, soit, selon les localités, aux diverses saisons de l'année, figurées respectivement sur des feuilles distinctes.

La précipitation des météores aqueux, pluie et neige, étant plus abondante dans les régions tempérées et froides du globe que dans les régions tropicales, les eaux auront une tendance à se rendre des pôles à l'équateur. La congélation des eaux polaires et leur fusion exagèrent encore ce mouvement.

L'eau douce des pluies, neiges et glaces des continents, abstraction faite de la portion évaporée, finit tôt ou tard par atteindre la mer le long des rivages, où elle parvient subaériennement par l'intermédiaire des fleuves et souterrainement par les eaux absorbées dans le sol et qui, sous forme de nappes, finissent ainsi par arriver à la mer en suivant la pente des couches géologiques. De ce fait, il y aura courant des bords vers le centre des océans.

Dans ces divers cas, il s'exerce une compensation

qui, fermant le cycle, ramène les eaux qui ne peuvent s'accumuler indéfiniment aux mêmes endroits, vers les lieux d'où elles sont parties et par des chemins de retour différents, à la surface ou dans les profondeurs.

Pour connaître la marche des courants sous-marins et surtout sous-marins, il suffit de recueillir en série sur une même verticale, de la surface au fond, des échantillons d'eau dont on détermine le σ_t . Trois de ces séries, en trois points modérément éloignés l'un de l'autre, permettent, grâce à la construction graphique des résultats obtenus, de découvrir l'existence, de fixer la direction, l'intensité et l'inclinaison de tous les courants existant entre la surface et le fond. C'est ainsi qu'on a pu, malgré le très petit nombre des mesures prises jusqu'à présent, affirmer que la circulation au-dessous de 1.000 mètres était ou très faible ou nulle, et ce résultat assez inattendu que, contrairement aux courants continentaux qui descendent toujours leur lit, tous les courants marins remontent leur pente. On ne tient pas compte ici des cas exceptionnels de rencontre de deux courants au même niveau.

L'examen des sédiments du lit marin et des fines argiles qui le constituent sur presque toute sa superficie a détruit l'ancienne théorie de ce qu'on appelait la circulation verticale océanique. Les deux masses totales d'eaux froides étaient supposées descendre en nappes continues, dans l'un et l'autre hémisphère, des pôles vers l'équateur en suivant les contours du sol immergé. Arrivées à l'équateur et s'y heurtant, elles auraient remonté verticalement vers la surface pour s'y réchauffer et fermer ensuite le cycle en repartant immédiatement vers les pôles, afin de s'y refroidir et continuer indéfiniment le mouvement. Pour qu'un tel courant permit aux fines particules d'argile de se déposer sur le fond où on les recueille, il faudrait que les molécules d'eau eussent une vitesse moindre que celle nécessaire pour faire le trajet d'un pôle à l'équateur en cinquante-sept mille ans. Ce chiffre, à lui seul, démontre l'absurdité de l'hypothèse.

III

En résumé, pour connaître complètement la circulation océanique, on n'aura qu'à recueillir beaucoup d'observations et d'échantillons sur place, à les analyser dans le laboratoire et à en dresser des cartes.

Une carte bathymétrique, montrant le relief du sol et sa disposition en cuvettes contiguës reliées par des seuils, indiquera jusqu'où descendent les courants qui ne sauraient passer d'une cuvette dans une autre qu'en franchissant le rebord montagneux limite en son point le plus bas et en redescen-

dant ensuite, suivant toujours le sol, la pente inverse. Ce trajet est assez difficile à admettre, et ce serait une raison de plus pour appuyer l'hypothèse de l'immobilité mécanique habituelle des eaux les plus profondes.

Les cartes de température de l'eau à la surface et par plans parallèles à des profondeurs déterminées fixeront les traits principaux de la circulation; mais, à elles seules, elles seront incapables d'en expliquer tous les détails, puisque la température n'est pas l'unique agent en jeu.

Les cartes des pluies sur les terres et sur les mers apporteront des renseignements indispensables, et il en sera de même des cartes synoptiques de l'état hygrométrique sur les océans, qu'elles soient dressées par saisons ou qu'elles forment un ensemble avec les cartes des vents à la surface. Il s'agit d'établir avec leur aide cette donnée essentielle : la hauteur de la couche évaporée en chaque point et, par conséquent, la montée générale de la masse des eaux vers la surface.

Les cartes de densités normales σ_t , combinées aux cartes thermiques fourniraient des cartes de σ_t , n ne devant pas être pris en considération dans le cas de cartes par plans parallèles pour lesquelles cette variable devient constante.

Quant aux régions voisines de terre où, aux causes si nombreuses de perturbations dues au σ_t , se joignent les complications apportées par les marées, par la forme et la faible profondeur du fond, par la configuration géographique des rivages et le reste, c'est-à-dire pour une zone d'environ 200 mètres de profondeur maximum, se confondant par conséquent avec le plateau continental, parages pour lesquels cette connaissance rendrait tant de services à la navigation sus-marine et sous-marine, il faudrait certainement opérer empiriquement et mesurer directement les courants sur place. Le fluctomètre, très simple et peu coûteux, serait l'instrument à employer dans ce but. On en combinerait l'usage, même à bord des bâtiments de faible tonnage, avec le système des stations fixes indépendantes, et les résultats, probablement à grouper par saisons ou par durées de temps d'autant plus courtes qu'on se rapprocherait davantage de la surface, seraient mis ensuite sous forme de cartes par plans parallèles¹ ou de schémas verticaux² de courants, montrant d'une manière continue les variations de la circulation entre la surface et le fond.

J. Thoulet,

Professeur d'Océanographie
à la Faculté des Sciences de Nançy.

¹ J. THOULET : *Atlas océanographique de l'archipel des Açores*, p. 429. — *Report of the eighth international geographic Congress, held in the United States*, 1901.

² CHEVALLIER : *Courants profonds de l'Atlantique nord*, C. R. A.-S., t. CXLII, p. 116, 5 janvier 1906.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

PREMIÈRE PARTIE : MATIÈRES PROTÉIQUES. ALIMENTS. DIASTASES. DIGESTION.

On s'est borné dans cette revue, comme dans la précédente, à un choix de questions qui ont paru actuellement mûres pour un exposé d'ensemble ou d'un intérêt spécial. Il est clair qu'un tel choix, nécessairement un peu arbitraire, laisse de côté un grand nombre de travaux intéressants, mais qui pourront être repris ultérieurement.

I. — BIBLIOGRAPHIE.

§ 1. — Traités généraux.

S. P. BEEBE et R. H. BUXTON : *Outlines of physiological Chemistry*. Londres, 1903.

A. CHASSEVANT : *Précis de Chimie physiologique*. Paris, 1903, 424 pages.

F. CZAPEK : *Biochemie der Pflanzen*, 2 vol. Iéna, 1903 ; t. I, 584 pages.

W. D. HALLIBURTON : *Essentials of chemical Physiology*, 5^e éd. Londres, 1904, 248 pages.

V. HENRI : *Cours de Chimie physique cours libre professé à la Sorbonne*, 1^{er} fascicule. Paris, 1906. — Cet ouvrage contient un grand nombre d'applications à la Biologie.

A. LEGABY : *Physiologische Chemie*. Leipzig, 1903 ; 2 parties de 137 et 138 pages.

G. SIMON : *Textbook of physiological Chemistry*. 2^e éd. Londres, 1903.

§ 2. — Ouvrages spéciaux.

CUROR : *Le sucre dans l'alimentation des animaux*. Paris, 1903, 383 pages.

J. DECLAUX : *Recherches sur les substances colloïdales*. Laval, 1904.

FESTSCHRIFT zu Ehren des 60 Geburtstages von E. SALKOWSKI : *Beiträge zur wissenschaftlichen Medizin und Chemie*. Berlin, 1904, 480 pages.

W. D. HALLIBURTON : *Biochemistry of muscle and nerve*. Londres, 1904.

KOBERT : *Lehrbuch der Intoxikationen*, 2^e éd., t. II, partie spéciale, 1^{re} partie. Stuttgart, 1904, 400 pages.

H. LABBÉ : *Analyse chimique du sang*. Paris, 1904, 192 pages.

M. NENCKI : *Opera omnia*, 2 vol. Braunschweig, 1903, 882 et 906 pages.

C. SCHORF : *Neue physikalisch-chemische Untersuchung der Milch. Untersuchung physiologischer und pathologischer Kuhmilch*. Zurich, 1903, 207 pages.

E. STRAUSS : *Studien über Albuminoide, mit*

besonderer Berücksichtigung der Spongine und der Keratine. Heidelberg, 1904, 126 pages.

§ 3. — Traités d'Analyse chimique appliquée à la Chimie physiologique ou ouvrages pour l'enseignement pratique.

A. W. M. W. BLYTH : *Foods; their composition and analysis*, 5^e éd. New-York, 1904, 616 pages.

S. W. COLE : *Exercises in practical physiological Chemistry*. Cambridge, 1905.

DENIGÈS : *Manuel opératoire des travaux pratiques de Chimie biologique de la Faculté de Médecine de Bordeaux*. Bordeaux, 1904, 35 pages.

E. FISCHER : *Anleitung zur Darstellung organischer Präparate*, 7^e éd. Braunschweig, 1903.

— Ce petit livre, dont les précédentes éditions ne contenaient que des préparations de Chimie organique, comprend maintenant une partie physiologique, destinée aux étudiants en médecine ou en biologie.

G. GIRARD : *Analyse des matières alimentaires et recherches de leurs falsifications*, 2^e éd. Paris, 1904, 872 pages.

A. GUTBIER : *Chemisches Praktikum für Mediziner. Leitfaden für den praktisch-chemischen Unterricht auf physikalisch-chemischer Grundlage*. Leipzig, 1904, 100 pages.

H. B. LACEY et C. A. PANNET : *Practical exercises in chemical Physiology and Histology*. Londres, 1904.

LASSAN-COHN : *Praxis der Harnanalyse*. Hambourg, 1903, 71 pages.

ROSENTHALER : *Grundzüge der chemischen Pflanzenuntersuchung*. Berlin, 1904, 124 pages.

THOUVENIN : *Précis de Microchimie végétale*. Paris, 1904, 100 pages.

VANISO : *Anleitung für den Unterricht der Mediziner im chemischen Laboratorium. Zum Gebrauche im chem. Laboratorium des Staates in München*, 2^e éd. Munich, 1904, 31 pages.

II. — LES MATIÈRES PROTÉIQUES.

§ 4. — Les produits d'hydrolyse des protéiques.

L'enquête sur les produits d'hydrolyse des matières albuminoïdes a été activement continuée, principalement par l'École d'Émil Fischer à Berlin, et presque toujours à l'aide de la méthode par éthériorication établie par ce savant¹. Elle a porté tant

¹ ÉMIL FISCHER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIII, p. 131, et t. XXXV, p. 227.

sur des matières albuminoïdes proprement dites, comme l'ovalbumine de l'œuf, l'albumine de Bence-Jones, la gliadine du froment et diverses écristines de graine de coton, de graines d'*Helianthus*), que sur des albuminoïdes comme les diverses kératines (du crin de cheval, de la plume d'oie¹).

L'ensemble de tous les résultats actuellement connus montre que, par leur composition qualitative, les diverses matières albuminoïdes se ressemblent beaucoup, en ce sens qu'elles fournissent toutes les mêmes fragments, mais que ces frag-

TABLEAU 1. — Résultats de l'hydrolyse de quelques matières protéiques.

	ALBUMINE de l'œuf hémoglobine	CASÉINE	GÉLA- TINE	KÉRA- TINE	ÉLAS- TINE
<i>Groupe de la leucine.</i>					
Glycocolle	0	0	16,5	0,34	25,75
Alanine	4,19	0,9	0,8	1,20	6,58
Leucine	29,04	10,5	2,1	18,30	21,38
Sérine	0,56	0,23	"	5,70	"
<i>Groupe de l'acide glutamique.</i>					
Acide glutamique .	4,73	10,7	0,88	3,00	0,76
— aspartique . . .	4,43	1,2	0,56	2,50	"
<i>Groupe de l'arginine.</i>					
Arginine	5,42	4,84	7,62	2,27	0,3
Lysine	4,28	5,80	2,75	"	"
Histidine	10,96	2,59	0,40	"	"
<i>Corps sulfures.</i>					
Cystine	0,31	0,065	"	"	1,0
<i>Corps aromatiques.</i>					
Tyrosine	1,31	4,5	"	0,68	0,34
Phénylalanine . .	4,25	3,2	0,4	3,00	3,89
<i>Corps hetero-cycliques.</i>					
Acide pyrrolidine-carbonique .	2,44	3,1	5,2	3,60	1,74
Ac. oxy- α -pyrrolidine-carbonique	1,04	0,15	3,0	"	"

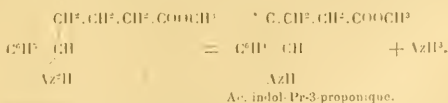
ments sont associés en quantités différentes d'un albuminoïde à l'autre. Le tableau suivant, qui est emprunté à E. Abderhalden² et qui résume des analyses plus anciennes 1901-1904, donnera au lecteur une idée de l'étendue de ces différences. Ces nombres n'ont, d'ailleurs, qu'une valeur de comparaison, la méthode employée dans ces séparations ne donnant encore que des résultats appro-

ches. Ceux-ci se rapportent à 100 parties de substance sèche.

On voit que les différences quantitatives sont considérables, principalement pour les corps des groupes de la leucine et de l'arginine. On remarquera aussi que, lorsque avec la caséine, son principal sinon son unique aliment azoté, le nouveau-né doit produire les divers protéiques, gélatine, kératine, élastine, nécessaires à la formation de ses nouveaux tissus, ce résultat ne peut évidemment être atteint que par une dislocation assez profonde, suivie d'une reconstruction de la molécule. Nous verrons que c'est aussi la conclusion à laquelle on est conduit de plus en plus par l'étude de la digestion des protéiques. Notons aussi que le total des produits d'hydrolyse actuellement isolés n'a jamais dépassé 70 % de la substance sèche mise en œuvre, et n'atteint souvent que 50 % à peine. Le reste non dosé est donc encore considérable, ce qui tient à l'imperfection des méthodes de séparation employées, et sans doute à la présence de fragments encore inconnus et que de nouvelles recherches feront apparaître peu à peu. Nous en avons signalé plusieurs dans notre précédente revue¹, qui ne figurent pas encore sur ce tableau.

On a continué aussi l'étude de ces fragments en ce qui concerne leur constitution.

La Revue² a rendu compte récemment des derniers travaux sur la constitution de l'histidine, qui se trouve être un acide amino- β -imidazol-propionique, et sans doute l'acide α -aminé. On a achevé, d'autre part, de déterminer la structure du tryptophane. On sait qu'Ellinger ayant démontré l'identité de l'ancien acide scatol-carbonique de Nencki avec l'acide indol-Pr-3-acétique, le tryptophane devenait nécessairement un acide indol-amino-propionique, et nous avons indiqué, dans la précédente revue annuelle de Chimie physiologique³, la formule provisoire à laquelle Ellinger s'était arrêté pour des raisons, non d'ordre chimique, mais physiologique, tirées de la transformation du tryptophane en acide cynurénique chez le chien. Depuis, Ellinger⁴ a fait la synthèse de l'acide indol-Pr-3-propionique, qui se trouve être identique à l'ancien acidescatol-acétique de Nencki. Cette synthèse a été effectuée par soustraction d'ammoniaque à la phénylhydrazone de l'acide γ -aldéhydobutyrique (plus exactement de son éther méthyle) :



¹ Voy. la Revue du 15 janvier 1905, p. 21.

² Voy. la Revue du 30 novembre 1905, p. 969.

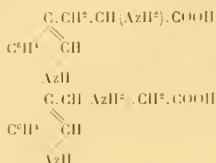
³ Voy. la Revue du 15 janvier 1905, p. 25.

⁴ ELLINGER : D. chem. Ges., t. XXXVIII, p. 2884, 1905.

¹ E. ABDERHALDEN et O. ROSTOSKI : *Ibid.*, t. XLIV, p. 265, 1905. — E. ABDERHALDEN et F. SAMUEL : *Ibid.*, p. 276. — E. ABDERHALDEN et B. REINHOLD : *Ibid.*, p. 284. — E. ABDERHALDEN et F. PREGL : *Ibid.*, t. XLVI, p. 24, 1905. — E. ABDERHALDEN et G. WELLS : *Ibid.*, p. 31. — E. ABDERHALDEN et E. A. LEIGHTON : *Ibid.*, p. 50. — E. ABDERHALDEN et O. ROSTOSKI : *Ibid.*, p. 125. — E. ABDERHALDEN et B. REINHOLD : *Ibid.*, p. 159.

² E. ABDERHALDEN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 23, 1905.

La formule provisoirement adoptée par Ellinger doit donc être modifiée dans sa chaîne latérale, et le tryptophane prend l'une des deux formules ci-après, c'est-à-dire qu'il devient l'acide indol-Pr-3- α -aminopropionique ou l'acide indol-Pr-3- β -aminopropionique :



Quant à la transformation du tryptophane en acide kynurénique dans l'organisme du chien, elle devra être expliquée par un autre mécanisme chimique.

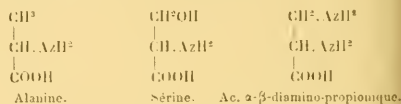
§ 2. — Les acides aminés et la production physiologique du sucre aux dépens des albumines.

Nous avons montré, dans notre précédente revue (numéro du 15 janvier 1905, p. 24), qu'il est difficile d'expliquer la production des sucres à partir des albumines en n'invoquant que le groupement hydrocarboné préformé que contiennent beaucoup de protéiques, d'autant plus que, chez l'animal, les producteurs de glycogène ou de glucose les plus efficaces paraissent être précisément les protéiques qui sont dépourvus de ce groupement. Aussi se tourne-t-on de plus en plus vers une autre hypothèse, mise d'abord en avant par F. Muller¹, et d'après laquelle les fragments producteurs de sucre seraient les acides aminés, si abondamment représentés dans la molécule des protéiques.

Nous avons déjà cité quelques expériences tendant à démontrer la production du glucose à partir de l'alanine et de la leucine chez le chat et chez l'homme. Ces travaux ont été repris récemment en ce qui concerne l'alanine par M. Almaga et G. Embden², qui ont opéré sur cinq chiens dépancréatisés, puis maintenus à jeun. Trois d'entre eux ont été sacrifiés après une semaine, et l'on a dosé le glycogène contenu dans leur corps par la méthode de Pflüger³. Les deux autres ont reçu pendant la deuxième semaine de jeûne, et à plusieurs reprises, de grandes quantités (de 15 à 30 grammes) d'alanine *per os* ou sous la peau. Or,

la teneur de l'urine en glucose a été immédiatement augmentée, et la quantité de sucre perdue pendant la période à l'alanine a été très supérieure à celle que l'on peut calculer d'après les réserves en glycogène des animaux témoins à cette période de jeûne. Chez un animal, notamment, il aurait fallu admettre une réserve en glycogène huit fois plus forte que celle du témoin pour pouvoir rapporter à cette seule source la quantité de sucre éliminée par les urines. La production du sucre aux dépens de l'alanine prend donc un degré de vraisemblance de plus en plus grand.

Ces résultats donnent donc un intérêt particulier à toutes les recherches tendant à établir le passage *in vitro* des acides aminés aux sucres. On sait que les acides aminés fournis par l'hydrolyse des matières albuminoïdes appartiennent à trois grands groupes : les acides monaminés (groupe de la leucine), les acides diamminés (groupe de l'arginine), et les acides oxy-aminés (sérine), qui font la transition entre les deux précédents :



Tous ces acides aminés en C² sont des dérivés construits sur le type de l'acide ou de l'aldéhyde glycérique :



Le problème qui se pose est de réaliser, par des réactions excluant toute modification des pouvoirs rotatoires, la transformation de chaque isomère actif dans l'isomère de même configuration du groupe voisin, et de passer ainsi des acides diamminés, oxyaminés et monaminés à l'acide ou à l'aldéhyde glycérique, et de là jusqu'aux sucres. L'aldéhyde glycérique n'a pas encore été isolée à l'état de pureté, et ses isomères actifs sont inconnus. Il faut donc passer par l'acide glycérique, dont Neuberg et Silbermann⁴ viennent de dédoubler la forme inactive en ses deux composants actifs, à l'aide de la brucine. Ils ont préparé ensuite, en partant de la nitro-cellulose, l'acide *l*-aldéhydo-glycérique $\text{COH} \cdot \text{CHOH} \cdot \text{COOH}$, qu'ils ont transformé par réduction en acide *l*-glycérique, et par l'intermédiaire du mononitrile en acide *l*-tartrique⁵. D'autre part, l'acide glycérique se rattache par des réactions plus ou moins simples aux acides aminés en question. Ainsi l'acide α - β -diamino-propionique

¹ F. MULLER : *Deutsche med. Wochenschr.*, 1899, n° 13.

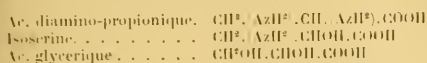
² M. ALMAGA et G. EMBDEN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 298, 1905; Cf. LANGSTEIN et NEUBERG : *Arch. f. Physiol.*, 1903, p. 315. — F. KRAUSS : *Berl. klin. Wochenschr.*, t. XLI, p. 5. — EMBDEN et SALOMON : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. V, p. 508.

³ PFLÜGER : *Pflüger's Arch.*, t. CIII, p. 169.

⁴ NEUBERG et SILBERMANN : *D. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 339, 1904.

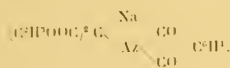
⁵ G. NEUBERG et M. SILBERMANN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 135, 1905.

(inactif) est transformé par l'acide nitreux en iso-sérine, puis en acide glycérique (inactif) :

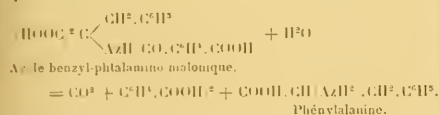


Notons que ce remplacement de AzH^2 par OH est également opéré par l'organisme, qui transforme l'alanine en acide lactique² et l'acide α - β -diamino-propionique en acide glycérique³. Ces travaux constituent donc une première contribution à l'établissement de termes de passage entre les acides aminés en C' et les sucres.

Tout progrès dans l'étude chimique des acides aminés présente donc un intérêt physiologique direct. A ce titre, il convient de citer la nouvelle méthode de synthèse des acides α -aminés établie récemment par Sorensen⁴. Voici quelle est la marche des réactions (en prenant comme exemple l'obtention de la *phénylalanine*). L'éther phthalimido-malonique (aujourd'hui commercial) est transformé par l'alcoolate de sodium en son dérivé sodé :



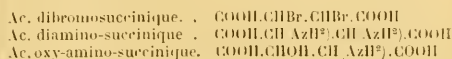
Celui-ci, traité par le chlorure de benzyle, a donné l'éther benzyl-phthalimido-malonique, que l'on saponifie de façon à obtenir le sel de sodium de l'acide benzyl-phthalamino-malonique, puis l'acide libre correspondant. Cet acide, chauffé avec l'acide chlorhydrique, se décompose avec fixation d'eau en phénylalanine, acide carbonique et acide phthalique :



Les rendements en éther benzyl-phthalimido-malonique et en phénylalanine sont chaque fois de 80 % de la théorie. En remplaçant chaque fois le chlorure de benzyle par d'autres dérivés halogénés convenablement choisis, Sorensen a préparé synthétiquement par cette méthode l'acide α - β -diamino-valériannique ou *ornithine*, c'est-à-dire l'acide aminé résultant du dédoublement de l'arginine, l'acide α -amino-adipique, c'est-à-dire un acide monamino-dicarbonique, les acides α - β -diamino-pimérique et α - β -diamino-adipique, c'est-à-dire des acides dia-

mino-dicarboniques, et l'acide α -amino- δ -oxyvalériannique, c'est-à-dire un acide oxy-aminé.

La synthèse d'acides dicarboniques diaminés et oxyaminés a été réalisée aussi par Neuberg et Silbermann¹ et par Neuberg². Les acides dibromo-succinique, α - α -dibromo-subérique, α - α -dibromo-sébacique, chauffés avec AzH^2 , ont été transformés dans les acides diaminés correspondants, et ceux-ci, par l'action ménagée du nitrite de baryum et de l'acide sulfurique, en acides oxyaminés :



Pareillement, l'acide α - α -diamino-sébacique a donné l'acide oxyamino-sébacique. Ces synthèses tirent un intérêt particulier de ce fait qu'un *acide oxy-amino-succinique*, identique ou isomère avec cet acide de synthèse, a été trouvé par Skraup³ parmi les produits d'hydrolyse de la caséine, et que J. Wohlgemuth⁴ a signalé un *acide oxy-diamino-sébacique* et un *acide oxy-amino-subérique* parmi les produits d'hydrolyse du nucléoprotéide du foie. Skraup aussi avait annoncé la production d'acides subérique et adipique diaminés et oxyaminés.

§ 3. — Les polypeptides naturels et les polypeptides de synthèse.

On a vu que la digestion pepsique ou trypsique, même lorsque cette dernière est poussée jusqu'à la disparition de la réaction du biuret, laisse toujours subsister, sous la forme d'un produit amorphe et précipitable par l'acide phosphotungstique, des fragments assez volumineux de la molécule protéique primitive, que l'hydrolyse par les acides résout en produits cristallisables (acides aminés) : Ce produit, que E. Fischer a appelé *polypeptide*, et qui est peut-être un mélange de plusieurs corps, représente donc ce noyau résistant que la théorie de Kühne croyait avoir trouvé dans l'antipeptone. Ce polypeptide n'apparaît pas seulement *in vitro* après des digestions prolongées ; E. Abderhalden⁵ l'a isolé aussi du contenu intestinal de chiens tués de sept à onze heures après ingestion d'un gros repas de viande, et l'hydrolyse de ce corps par l'acide chlorhydrique fumant a donné tous les acides aminés habituellement fournis par les protéïques, et notamment le glycocolle, l'acide α -pyrrolidone-carbonique et la phénylalanine.

¹ NEUBERG et SILBERMANN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 147, 1905.

² NEUBERG : *Ibid.*, t. XLV, p. 93.

³ VOY : la *Revue* du 15 janvier 1905, p. 22.

⁴ J. WOHLGEMUTH : *D. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 4362, 1904.

⁵ VOY : la *Revue* du 30 janvier 1905, p. 77.

⁶ E. ABDERHALDEN : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 33, 1905.

¹ O. KUERN : *Ibid.*, t. XIX, p. 330, 1894.

² NEUBERG et LANGSTEIN : *Arch. f. Anat. u. Physiol., Physiol. Abt.*, 1903, p. 311.

³ P. MAYER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 59, 1904.

⁴ S. P. L. SØRENSEN : *Ibid.*, p. 148, 1905.

Nous reviendrons sur ce composé à propos de la digestion et de l'urine.

Ce corps est donc bien un produit de la digestion naturelle des protéiques, et ce fait accroît encore l'intérêt qui s'attache aux *polypeptides artificiels* de E. Fischer, dont nous avons parlé dans notre précédente revue annuelle. Le récent article de M. Maillard¹ nous dispense d'insister plus longuement sur cette question. Bornons-nous à noter ici un résultat intéressant des recherches de E. Fischer et Abderhalden, relativement à l'action du suc pancréatique sur les polypeptides de synthèse. Selon le mode d'association des acides aminés dans chaque polypeptide, ceux-ci sont accessibles ou non à l'action de ce suc. Par exemple, nous voyons, dans la digestion pancréatique des protéiques, les divers acides aminés se détacher de la molécule avec une rapidité très variable. Si la leucine et la tyrosine sont toujours citées comme étant les produits cristallisables fournis promptement par la plupart des protéiques, ce n'est pas seulement parce que ces deux corps sont faciles à isoler à cause de leur aptitude à la cristallisation; c'est aussi parce qu'ils se détachent de la molécule beaucoup plus aisément que les autres complexes aminés. Un exemple typique à cet égard est fourni par une peptone dérivée de la fibroïne de la soie sous l'action de l'acide chlorhydrique. Mis à digérer avec de la pancréatine à 40° dans des conditions favorables, ce corps donne déjà après quinze minutes une cristallisation de tyrosine, tandis que le glycocole et l'alanine, que cette peptone contient aussi, manquent encore dans le liquide même après plusieurs jours². On reviendra plus loin sur ce point (p. 337).

Il est clair que c'est en étudiant ainsi méthodiquement l'action des diastases sur des polypeptides de synthèse de plus en plus complexes, que l'on arrivera à expliquer la marche de l'hydrolyse digestive des divers protéiques.

Dans cette étude si laborieuse des produits d'hydrolyse des protéiques, où les méthodes de séparation ont dû être créées pas à pas, tout progrès est étroitement lié au perfectionnement de la technique analytique. C'est ainsi que le procédé par étherification de E. Fischer, qui a été rappelé au début de cette étude, a constitué un progrès considérable sur les anciennes méthodes par précipitations et cristallisations successives. Bien que cette méthode ne soit encore qu'approximative, elle donne du moins des résultats comparables. La *Revue*³ a signalé aussi l'heureux emploi du chlo-

rure de l'acide β -naphthalène-sulfonique pour la précipitation des acides aminés et oxyaminés. Pour la caractérisation des acides aminés, E. Fischer et ses élèves se sont aussi très largement servis des combinaisons de ces corps avec l'isocyanate de phényle. Enfin, Steudel⁴ a introduit aussi l'emploi de l'acide picrolonique ou 1- β -nitrophényl-3-méthyl-4-nitro-5-pyrazolone, C¹⁰H⁸N⁴O⁴, de Knorr, dont ce savant et ses élèves se sont servis pour la séparation des bases du groupe de la morpholine⁵. Cet acide donne avec l'arginine, l'histidine, la guanidine⁶ des combinaisons cristallisées peu solubles. Pour la préparation de ce composé, qu'on ne trouve encore que difficilement dans le commerce, voir le second travail de Steudel, cité plus haut.

III — ALIMENTS. RATIONS ARTIFICIELLES.

§ 1. — La cause du besoin d'albumine.

Dans la précédente revue annuelle, l'attention du lecteur a été appelée sur la discussion que soulève encore la question de la *grandeur du besoin minimum d'albumine* chez l'homme. Une question connexe de celle-ci, et bien plus intéressante, parce qu'elle nous ferait pénétrer, si elle était résolue, dans l'intimité même des phénomènes de la nutrition, c'est celle de la *cause du besoin d'albumine*. On sait qu'en tant que combustibles alimentaires, c'est-à-dire en vue de l'apport de la somme totale de calories nécessaires, les différents aliments organiques peuvent être substitués l'un à l'autre dans le rapport de leur pouvoir calorifique, mais avec cette restriction que les protéiques doivent toujours figurer dans la ration pour un certain apport minimum, évalué approximativement à 1 gramme d'albumine par kilogramme de poids vif et pour vingt-quatre heures, et pour lequel ils ne peuvent être remplacés par aucun autre aliment. A quelle fonction correspond la destruction nécessaire de ce minimum quotidien d'albumine? C'est ce que l'on ignore encore entièrement.

O. Cohnheim⁷ s'est proposé récemment de rechercher si cette destruction ne correspond pas au travail sécrétoire des glandes digestives. Il a donc, par œsophagotomie d'après Pawlow, disposé un chien pour l'alimentation fictive, et, l'ayant laissé à jeun, il a intercalé entre deux périodes de jeûne une période d'alimentation fictive, excitant ainsi la

¹ H. STEUDEL : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXVII, p. 218, 1903 et t. XLIV, p. 157, 1905.

² KNORR : *D. chem. Ges.*, t. XXX, p. 909. — Cf. *Ibid.*, t. XXII, p. 732 et 736; *Liebigs Ann.*, t. CCCI, p. 15; t. CCXVII, p. 171; t. CCXV, p. 104.

³ M. SCHENCK : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 127, 1905.

⁴ O. COHNHEIM : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 9, 1905.

¹ Voy. la *Revue* du 15 février 1906, p. 415.

² E. FISCHER et P. BERGELL : *D. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 2393, 1903.

³ Voy. la *Revue* du 30 janvier 1901, p. 78.

sécrétion psychique de suc gastrique, lequel allait à son tour éveiller la sécrétion pancréatique. Pendant les trois périodes, on a dosé l'azote total des urines. Or, le résultat fut que le travail sécrétoire du tube digestif ne provoqua aucune augmentation de l'excrétion d'azote par l'urine. On pourrait conclure de là que ce travail est trop faible pour retentir d'une façon sensible sur les échanges nutritifs. Mais les calculs de Dreser pour la sécrétion urinaire, les observations de Barcroft, de Barcroft et Starling¹ sur l'augmentation considérable des quantités d'oxygène absorbé et d'acide carbonique exhalé pendant le travail de la sécrétion salivaire ou pancréatique, rendent cette hypothèse très peu vraisemblable. Il faut donc chercher ailleurs la cause du besoin d'albumine.

On a souvent émis l'hypothèse que les protéiques représentent simplement des excitants spéciaux de la cellule vivante, pure supposition, mais qu'il est intéressant de rapprocher des résultats d'un travail récent de E. Babak² sur « la réaction morphogénétique du tube digestif du têtard » vis-à-vis de diverses sortes d'aliments protéiques. Cet auteur a démontré d'abord que l'intestin du têtard devient plus long avec une alimentation végétale qu'avec une alimentation animale, puis il s'est efforcé d'établir que ce résultat est dû à des différences non dans l'action mécanique volume plus considérable), mais dans l'excitation chimique produites par ces deux sortes de rations. En nourrissant, en effet, des lots de têtards (de 89 à 201 individus chacun) avec de la chair musculaire de vertébrés (cheval, poisson, grenouille), d'anodontes, d'écrevisses et enfin de la protéine extraite des semences de courge, il a mesuré, après un certain temps, des longueurs d'intestin qui étaient respectivement exprimées en longueur du corps):

$$0,6 - 7,9 - 7,6 - 8,3.$$

Le résultat est intéressant, encore qu'il soit difficile de savoir s'il est dû à des différences dans le conflit des sucs digestifs et de l'aliment (lenteur plus ou moins grande de la digestion et de l'absorption), ou, au contraire, comme le pense l'auteur, à une excitation spécifique produite par l'aliment absorbé.

§ 2. — Les rations artificielles.

On connaît les expériences faites par plusieurs élèves de Bunge et qui démontrent l'impossibilité

où nous sommes, quant à présent, de constituer de toutes pièces, par le mélange d'aliments simples pris à l'état de pureté, une nourriture pouvant suffire indéfiniment à l'entretien de la vie chez les animaux supérieurs. W. Falta et C. P. Næggerath³ viennent de reprendre ces expériences en variant davantage la nature des aliments simples associés et augmentant leur nombre. Quatre lots de deux rats chacun ont été nourris respectivement :

1° Avec de la sérumbumine pure, de la graisse, de l'amidon, du glucose et des sels (mélange de cendres de lait, de cendres de sérum de cheval, de carbonate de potassium, de phosphate de calcium, de carbonate de calcium et de chlorure de magnésium);

2° Avec de la caséine, de la graisse, de l'amidon, du glucose et les mêmes sels;

3° Avec de l'ovalbumine, de la graisse, de l'amidon, du glucose et les mêmes sels;

4° Avec de l'ovalbumine, de la globuline et de l'albumine du sang, de la fibrine, de l'hémoglobine, du nucléinate de sodium, de la cholestérine, de la lécithine, de la graisse, de l'amidon, du glucose et les mêmes sels.

Dans les deux premiers groupes, les animaux sont morts en 51-53 jours; dans le 3° en 83-84 jours; dans le 4° en 71 (?) et 94 jours. Tous présentaient des diminutions de poids considérables, mais aucun signe d'affections spéciales. Ils n'ont cessé d'accepter avec plaisir leur ration que peu de jours avant la mort. Toutefois, comme il n'a pas été possible de faire un bilan des recettes et des dépenses, on ne peut pas affirmer que, pendant la période de diminution du poids, les animaux ont réellement consommé de quoi couvrir leur besoin total de calories. Il est donc impossible de dire si la mort est due à l'absence dans la ration de certains matériaux indispensables à la vie ou à une alimentation insuffisante par suite d'inappétence croissante. Ce qui est remarquable, c'est que plusieurs animaux ont commencé par augmenter de poids, et Falta et Næggerath concluent de là que des expériences comme celles de Henriques et Hansen (dont il sera question plus loin à l'occasion de la digestion) ne démontrent pas que les rations employées par ces expérimentateurs auraient suffi à la longue. En effet, les augmentations de poids et les gains d'azote signalés par Henriques et Hansen n'ont été observés que pendant trois à quatre semaines. Or, durant ce laps de temps, les rats à la caséine, par exemple, ont présenté une courbe de poids tout à fait semblable à celle des

¹ DRESER *Arch. f. exp. Path.*, t. XXIX, p. 303. — J. BARCROFT *Journ. of Physiol.*, t. XXV, p. 265, et t. XXVII, p. 31. — J. BARCROFT et E. H. STARLING *Ibid.*, t. XXXI, p. 391, 1904.

² E. BABAK *Biolog. Centralbl.*, t. XXIII, n° 43-45, 1903. — *Centralbl. f. Physiol.*, t. XVIII, n° 21, 1905. — *Beitrage z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 322, 1905.

³ W. FALTA et C. P. NÆGGERATH: *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 313, 1905.

animaux de Henriques et Hansen, et ils ont fini néanmoins par succomber.

On voit donc que, pour les animaux supérieurs, les expériences sur la nutrition continuent à rester très loin de l'élégante précision que l'on a atteinte du premier coup avec les organismes inférieurs, et dont les classiques recherches de Raulin sur l'alimentation de l'*Aspergillus niger* fournissent un exemple toujours cité.

IV. — LES ACTIONS DIASTASIQUES.

Des travaux toujours très nombreux publiés sur les actions diastatiques, nous ne retiendrons ici que quelques recherches présentant pour le physiologiste un intérêt direct et actuel.

§ 1. — Amylase.

Il y a longtemps que l'on soupçonne pour un certain nombre de diastases qu'elles sont un mélange de plusieurs agents, dont les actions se succèdent l'une à l'autre. De ce nombre est l'amylose de l'orge, que Duclaux¹, notamment, considérait comme étant un mélange d'amylose vraie, diastase liquéfiant l'empois avec formation de dextrine, et de *dextrinase*, qui transforme la dextrine en maltose. Aujourd'hui, les recherches de Maquenne sur la constitution de l'amidon naturel sont venues montrer que ce n'est pas seulement l'agent diastatique qui est un mélange, mais encore le corps transformé, l'amidon. Nous ne pouvons indiquer ici que la conclusion de la pénétrante analyse à laquelle Maquenne a soumis ces phénomènes².

L'amidon naturel est un mélange de deux substances. L'une, la matière amyliacée vraie ou *amylorcellulose* des auteurs, est une substance soluble dans l'eau surchauffée, mais sans jamais donner d'empois ou de gelée par le refroidissement, et qui constitue environ les 4/5 de l'amidon naturel. A cet état dissous, elle est colorable en bleu par l'iode, et l'extract de malt la transforme *intégralement* en maltose. L'autre est une substance mucilagineuse, que Maquenne appelle l'*amylpectine*, colorable par l'iode, que l'extract de malt dissout et transforme en dextrine, sans aucune formation de sucres réducteurs. C'est cette matière qui confère à l'amidon naturel la propriété de donner des gélées.

Maquenne a montré, en outre, que l'extract de malt agit sur chacun de ces corps par une diastase

différente. En effet, chauffé à 80°, cet extract ne produit plus que la liquéfaction de l'amidon, c'est-à-dire celle de l'amylopectine; il n'agit plus sur l'amylorcellulose. La diastase saccharifiante a donc été détruite. Notons encore que la transformation de l'amylorcellulose en maltose n'est intégrale qu'au-dessous de 56°. Au-dessus, la saccharification n'est plus complète, et il se forme, à côté du maltose, des dextrines qui s'ajoutent à celle que fournit la dissolution de l'amylopectine.

Il faut donc s'attendre à voir nos théories actuelles sur les saccharifications salivaires et pancréatiques subir une transformation profonde.

§ 2. — Zymase alcoolique.

D'après Buchner et Meisenheimer³, le dédoublement du glucose en alcool et en acide carbonique serait dû aussi à l'action successive de deux diastases, dont l'une, que ces auteurs appellent spécialement la *zymase*, décompose le glucose en acide lactique, et dont l'autre, la *lactacidase*, transforme l'acide lactique en alcool. Cette hypothèse avait déjà été émise de divers côtés, mais sans preuves à l'appui. Elle a pris plus de consistance depuis que P. Mazé⁴ a démontré la transformation de l'acide lactique en alcool et acide carbonique par une mucédinée, étudiée par Laborde, l'*Eurotiosis Gayonii*. Aujourd'hui, Buchner et Meisenheimer annoncent que, pendant la fermentation du glucose au moyen du suc d'expression de levure basse, on voit tantôt l'acide lactique que ce suc contient souvent naturellement, ou celui qu'on lui ajoute, disparaître complètement, tantôt, au contraire, cet acide apparaît dans le liquide. Ces résultats sont très variables, et cette variabilité même peut être invoquée comme une preuve de l'existence de deux diastases différentes. En effet, dans la levure vivante et en activité, on peut admettre que les deux agents sont là constamment en excès, ou que la cellule en reproduit des quantités toujours suffisantes pour que le produit intermédiaire, l'acide lactique, soit toujours détruit aussitôt qu'il est formé. Dans le suc, au contraire, il n'y a plus production de diastases nouvelles, et tout dépend de la proportion relative des deux diastases : selon que l'une l'emporte sur l'autre, on assiste à la production ou à la destruction de l'acide lactique. Ainsi s'expliquerait aussi l'activité si variable des sucs d'expression comme agents de la fermentation alcoolique. On la rattacherait à « l'état physiologique » variable de la levure exprimée; mais, sans doute, cet état physiologique ne signifie

¹ Duclaux : *Traité de Microbiologie*, Paris, 1899, t. II, p. 391.

² MAQUENNE et ROUX : *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1305. — Voy. en outre : *Comptes rendus*, t. CXL, p. 341 et 1065. — *Ann. de Chimie et de Physique*, 3^e s., t. II, p. 109. — *Bull. Soc. chim.*, 3^e s., t. XXXII, p. 171.

³ BUCHNER et MEISENHEIMER : *D. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 317, 1904, et t. XXXVIII, p. 620, 1905.

⁴ P. MAZÉ : *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. XVI, p. 126, 1902.

rement réfutée par ses travaux, ce qui est contesté par Bang. Ce dernier auteur dit, notamment, qu'il est possible que la pepsine possède en milieu acide à la fois une action protéolytique et une action coagulante, mais que la question de l'identité de la pepsine et de la chymosine est un autre problème, différent de celui-ci¹.

2° On a soutenu, en outre, que les lois d'action des deux ferments sont différentes; mais Sawjalow² soutient que, lorsqu'on se place dans des conditions convenables, il y a identité dans la marche des deux phénomènes.

3° Enfin, on objecte que la pepsine n'agit qu'en milieu acide, tandis que la chymosine est active aussi en milieu neutre ou alcalin. Mais Courant³ a montré que la caséine n'est pas coagulée par le lab en milieu neutre; il faut ajouter des phosphates acides. Pareillement, Sawjalow avance que le phosphate monopotassique suffit, en l'absence de tout autre acide, pour assurer la peptonisation, et il accepte finalement la thèse de Pawlow sur l'identité des deux diastases. Toutefois, il reconnaît qu'il n'est pas possible de considérer avec Pawlow la caséification comme une action « protéosynthétique », inverse de l'action protéolytique. C'est une action de dédoublement, qu'il faut envisager comme le premier stade de la digestion pepsique de la caséine. Quant à la coagulation du caséum, qui représente l'un des deux termes de ce dédoublement, c'est, d'après lui, un phénomène purement contingent, dû à la présence de sels de chaux.

On voit qu'il convient d'attendre de nouveaux travaux avant de se prononcer.

2. *Rôle de l'acide chlorhydrique dans la digestion pepsique.* — On sait que de la fibrine plongée dans une solution d'acide chlorhydrique se charge de cet acide, à tel point que le liquide peut devenir neutre. En outre, des lavages à l'eau n'enlèvent à la fibrine qu'une petite quantité de l'acide fixé. Or, H. Leo⁴ vient de montrer que de la fibrine, chargée de tout juste autant d'acide qu'elle en peut fixer, n'est pas digérée quand on la plonge dans une solution de pepsine bien active. Un léger surplus d'acide est indispensable. Pareillement, de la fibrine, d'abord chargée de pepsine par un passage à travers une solution de cette diastase, n'est pas digérée quand on lui fournit exactement la quantité d'acide qu'elle peut fixer (ou un peu moins). H. Leo conclut de là que ce n'est pas l'acide

qui sert d'intermédiaire entre la pepsine et la fibrine et qui rend possible l'action de la première sur la seconde. C'est, au contraire, la pepsine fixée sur la fibrine qui rend possible l'action du surplus de l'acide.

3. *Titration de la pepsine et de la trypsine.* — Vollhard a proposé en 1903, pour le dosage de la pepsine, une intéressante méthode, qu'il vient de faire vérifier par un des élèves, W. Löhlein⁵, et sur laquelle il serait utile d'appeler le contrôle d'autres expérimentateurs.

Lorsqu'on dissout de la caséine (50 gr.) dans de l'acide chlorhydrique étendu 1000 c. c. contenant 70 c. c. de HCl normal, et qu'on précipite la matière albuminoïde par addition d'une solution de sulfate de sodium, le précipité de caséine fixe une quantité constante d'acide chlorhydrique, et le filtrat possède une certaine acidité. Si, au contraire, cette dissolution primitive de caséine est mise à digérer d'abord avec de la pepsine, on constate que le filtrat, séparé du précipité produit par le sulfate de sodium, présente une acidité plus forte, parce qu'une partie de la caséine a été transformée en peptone non précipitée par le sel, et que la quantité d'acide chlorhydrique qui correspond à cette peptone passe maintenant dans le filtrat. Cette augmentation de l'acidité du filtrat peut donc servir de mesure de la quantité de caséine peptonisée, c'est-à-dire de l'activité de la pepsine employée. Le même principe peut être appliqué au dosage de la trypsine. Une solution de caséine d'un titre alcalin connu est additionnée de trypsine et mise à digérer. On acidifie ensuite avec une quantité connue d'acide chlorhydrique, on précipite par le sulfate de sodium et on titre l'acidité du filtrat. L'auteur a pu vérifier ainsi la loi de Schutz-Huppert pour la pepsine, mais non pour la trypsine. De nouvelles recherches sont nécessaires sur ce point.

§ 2. — Importance de la digestion salivaire des amylacées et de la digestion pepsique des protéiques dans l'estomac.

On se représente généralement le bol alimentaire comme devant être rapidement pénétré dans toute sa masse par le suc gastrique, grâce au brassage très puissant exercé par la musculature stomacale. De là on tirait deux conséquences. La première, c'est que la digestion salivaire des matières amylacées est de courte durée, car les acides annihilent ou ralentissent fortement l'action de la ptyaline; la seconde, c'est que les mouve-

¹ PAWLOW et PARLITSCHKE : *Zeit. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 415, 1904. — J. BANG : *Ibid.*, t. XLIII, p. 358, 1904.

² SAWJALOW : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. XLVI, p. 307, 1905.

³ COURANT : *Arch. de l'Hyg.*, t. L, p. 109, 1891.

⁴ LEO : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 286, 1905.

⁵ VOLLHARD : *Munch. med. Wochenschr.*, 1903, n° 49. — W. LÖHLEIN : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 121, 1905.

ments de l'estomac maintiennent à peu près homogène le contenu gastrique. Il n'en est rien. Ni au point de vue mécanique, ni au point de vue chimique, les diverses régions du bol alimentaire ne sont traitées de la même façon par l'estomac.

Au point de vue mécanique, on a pu être renseigné sur les pressions actives exercées par la musculature de l'estomac au moyen de sondes dont l'une des extrémités est fermée par un petit ballon en caoutchouc, tandis que l'autre est mise en communication avec un manomètre à eau. On constate ainsi chez l'homme que, lorsque le petit ballon est poussé vers le cardia, le manomètre n'indique que des pressions courtes et légères, alors qu'un autre ballon, poussé en même temps du côté du pylore, transmet des pressions qui atteignent 56 centimètres d'eau. Chez le chien, on voit ces augmentations de pression dans la région pylorique se produire, vigoureuses et régulières, toutes les 20 secondes, avec une durée de 8 à 10 secondes chaque fois¹.

A ces différences au point de vue mécanique correspondent des différences chimiques profondes, que Grützner² vient de mettre en lumière par son ingénieuse méthode des congélations. Il fait avaler à des animaux (chiens, chats, lapins, cobayes, rats, grenouilles, crapauds) des pâtes colorées avec du tournesol bleu ou d'autres indicateurs, et suivies à des intervalles variables de pâtes blanches pain écrasé avec du lait ou diversement colorées. Après un temps plus ou moins long, l'estomac est extrait, lié aux deux extrémités, puis rapidement congelé dans un mélange réfrigérant. Des coupes pratiquées dans les masses dures ainsi obtenues montrent que la pâte introduite en dernier lieu se trouve toujours au milieu d'autres aliments plus anciens, qui la préservent de tout contact avec la muqueuse. Si cette pâte a été colorée avec du tournesol bleu, par exemple, on la retrouve avec cette coloration même après des heures (2 à 3 heures), et l'analyse montre qu'elle est encore riche en amylase. La digestion salivaire a donc pu s'y poursuivre librement à l'abri de l'action nuisible du suc gastrique acide. Si plusieurs pâtes (trois ou quatre et davantage) diversement colorées se sont suivies, on trouve, en règle générale, la plus ancienne étalée contre la muqueuse et les suivantes formant autant de couches qui sont comme emboîtées successivement les unes dans les autres, la plus récente formant toujours comme le noyau de cette masse.

Cette stratification est surtout nette du côté du grand cul-de-sac, là précisément où les contrac-

tions de la musculature sont médiocres. Le virage de l'indicateur mêlé aux pâtes et le dosage de la pepsine montrent, en outre, très clairement que l'imprégnation par le suc gastrique ne se fait que par la périphérie. C'est là que la digestion commence et c'est dans la partie pylorique et prépylorique, dans « l'entonnoir pylorique », c'est-à-dire dans la région où les contractions sont le plus actives qu'elle est la plus avancée. A ce niveau, on retrouve, fortement imprégnés de pepsine et toujours franchement acides, les aliments les plus anciens. L'arrivée simultanée ou successive de liquides et de solides ne trouble pas sensiblement ces phénomènes, car on sait que l'estomac évacue très promptement vers le duodénum la partie la plus liquide de ce qu'il reçoit. Carnot et Chassevant³ ont montré que, si l'on fait ingérer à des chiens, munis d'une fistule duodénale, de l'albumine coagulée, mise en fine suspension dans de l'eau, la majeure partie de l'albumine reste dans l'estomac. C'est un liquide à peu près limpide qui s'écoule par la fistule, et, pour 200 centimètres cubes de liquide introduit, cette évacuation est déjà terminée en vingt minutes environ.

On comprend, dès lors, qu'un coup de sonde donné dans une masse si peu homogène doit amener au jour des choses très différentes selon la région atteinte par l'extrémité de l'instrument, et cette constatation, si elle n'enlève pas leur intérêt à la masse énorme d'examen de contenus gastriques faits par les cliniciens, montre, du moins, combien l'interprétation en est difficile, quand on n'est pas sûr que l'organe a été complètement vidé, en même temps qu'elle explique bien des contradictions.

De ce qui précède il résulte, en outre, que c'est la totalité du contenu gastrique qu'il faut analyser si l'on veut mesurer exactement l'importance de la digestion stomacale. Beaucoup de méthodes ont été essayées ici. L'une des meilleures est, sans contredit, celle dont vient de se servir Tobler⁴, sous la direction de Cohnheim. On pratique chez un chien une fistule duodénale aussi rapprochée que possible (6 à 7 cm.) de l'estomac; et, à l'aide d'un ballon gonflé d'air que l'on introduit dans le duodénum en aval de la fistule, on oblige la totalité du chyme stomacal fourni par le pylore à se déverser au dehors par la fistule. Si l'on donne à ces animaux un repas de 100 grammes de viande hachée (débarassée de ses matières extractives azotées par des lavages à l'eau froide), on constate que, dans l'espace de trois heures et demie l'estomac se vide peu

¹ CARNOT et CHASSEVANT : *C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LVIII, p. 399, 1905.

² TOBLER : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLV, p. 185, 1905.

³ MORITZ : *Zeitschr. f. Biol.*, t. XXXII, p. 312, 1895.

⁴ GRÜTZNER : *Pflüger's Arch.*, t. CVI, p. 163, 1903.

à peu de son contenu par une série de jets liquides fournis par l'orifice pylorique¹. Un lavage de l'estomac pratiqué à ce moment n'amène plus que des traces de matériaux azotés.

Or, l'analyse chimique, pratiquée sur la totalité du chyme ainsi recueilli, montre que sur 100 parties d'azote ingéré, il en manque de 20 à 30 %, qui ont donc été absorbés sous une forme qu'il est malheureusement impossible de déterminer. Les 70 à 80 centièmes recueillis se décomposent ainsi : Matières protéiques encore solides : 20 parties ; albumoses : 8 à 11 parties ; peptones : de 10 à 50 parties environ.

L'effet de la digestion stomacale est donc, du moins chez le chien, beaucoup plus considérable qu'on ne l'a admis en général dans ces derniers temps, puisque la quantité des protéiques absorbés dans l'estomac, ajoutée à celle des peptones formées, représente de 60 à 80 % de l'azote total ingéré. On s'explique ainsi qu'en cas de suppression du suc pancréatique, l'estomac puisse suppléer le pancréas et maintenir à un taux suffisant l'utilisation des protéiques. Celle-ci a été, en effet, de 60 à 80 % chez l'homme dans le cas d'obstruction du canal de Wirsung et de 70 à 80 % chez le chien². Toutefois, il ne faudrait pas inscrire ce résultat uniquement au compte de l'estomac, car on ignore dans quelle mesure l'action de la pepsine a été complétée dans ces cas par celle de l'érepsine.

Signalons encore, dans la même direction, d'intéressantes recherches de Zunz³ sur la marche de la digestion de la viande dans l'estomac du chien et sur le sort de mélanges d'albumose et de peptones, de composition connue, introduits dans l'estomac.

§ 3. — Signification physiologique de la digestion des protéiques.

On sait que, pendant longtemps, le but physiologique de la digestion est apparu très clairement dans une transformation des matières protéiques en substances solubles et dialysables, les peptones. On a vu aussi⁴ à quelles difficultés se heurte

aujourd'hui cette interprétation si simple, la « peptonisation » étant en réalité une opération très complexe, et qui fournit toute une série de produits, albumoses, peptones, polypeptides et acides aminés. Or, dans cette série, les peptones ne représentent ni le produit final de l'opération, ni le produit le plus important comme masse, au moins *in vitro*. Quelle est donc alors la signification physiologique de cette opération ? On peut aussi se poser la question sous cette forme : A quel état les protéiques sont-ils absorbés ? On sait quelles sont les diverses hypothèses qui ont été défendues ici : 1° Absorption sous la forme d'albumines en nature sans aucune modification, possible seulement pour certains protéiques ; 2° absorption sous la forme d'albumoses et de peptones ; 3° absorption après dislocation complète en produits cristallisables.

Cette dernière hypothèse, mise en avant par Kutscher et Seemann⁵, et par Cohnheim⁶, s'est tout d'abord présentée sous la forme absolue que voici : *In vitro*, la digestion trypsique aboutit rapidement à une large production d'acides aminés. On trouve aussi ces corps dans le contenu intestinal, où ils prennent naissance sous l'action combinée de la trypsine et de l'érepsine⁷. Ce sont donc ces acides qui représentent sans doute le but physiologique de toute l'opération, laquelle consisterait donc en une dislocation complète de la molécule protéique en produits cristallisables. D'ailleurs, l'expérience suivante de Loewi montre qu'une telle décomposition n'est nullement incompatible avec les exigences de la nutrition. Un chien, préalablement mis en équilibre azoté, a été nourri pendant onze jours avec un mélange de graisse de porc et d'amidon de riz, additionné, comme unique aliment azoté, des produits de l'autodigestion de tissu pancréatique poussée jusqu'à la disparition de la réaction du biuret, c'est-à-dire jusqu'à la destruction des albumoses et des peptones. L'équilibre azoté se maintint avec un léger bénéfice quotidien pour l'organisme. Cette expérience a été répétée avec succès sur des souris, sur des rats et sur le chien. L'aliment azoté employé était la caséine hydrolysée par le suc pancréatique jusqu'à disparition de la réaction du biuret (Abderhalden et Rosa ; Henriques et Hansen)⁸. Avec les fragments de l'hydrolyse digestive complète des protéiques, l'organisme peut donc faire face à ses besoins et reconstruire, ainsi qu'on

¹ Pour conserver à ce phénomène sa forme normale, il faut que l'organisme ne soit pas privé des réflexes produits par l'arrivée du chyme stomacal acide dans l'intestin. Ce résultat est atteint en conservant, à une température inférieure à 0°, une quantité suffisante de chyme stomacal provenant d'un repas antérieur, et en injectant par portions ce chyme réchauffé à 37° dans le bout inférieur du duodénum pendant toute la durée de l'expérience. Si ces injections ne sont pas faites, l'estomac se vide beaucoup plus vite, et le chyme évacué contient beaucoup plus de non digéré.

² E. ZUNZ : *Mémoires de l'Acad. roy. de méd. de Belgique*, 1904 et *Bulletin de l'Acad. roy. de Médecine de Belgique*, 1905.

³ E. ZUNZ : *Ann. de la Soc. roy. des Sciences méd. de Bruxelles*, t. XIII, fasc. 1, 1904 et *Arch. internat. de Pharmacodynamie*, t. XV, fasc. III et IV, 1905.

⁴ Voy. la Revue du 30 janvier 1905, p. 75.

⁵ KUTSCHER et SEEMANN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXIV, p. 528, et t. XXXV, p. 432. — COHNHEIM : *Ibid.*, t. XXXIII, p. 456.

⁶ KUTSCHER et SEEMANN : *Ibid.*, t. XXXIV, p. 528, 1902. — E. ABDERHALDEN : *Ibid.*, t. XLIV, p. 32, 1905.

⁷ ABDERHALDEN et ROSA : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 528, 1904, et t. XLIV, p. 198, 1905. — HENRIQUES et HANSEN : *Ibid.*, t. XLIII, p. 417, 1903.

est conduit à l'admettre, les protéiques spéciaux qui lui sont nécessaires.

C'est cette théorie qui gagne du terrain, mais avec les atténuations que voici. L'apparition des produits cristallisables dans un liquide de digestion trypsique, et même la disparition complète de la réaction du biuret, ne démontrent nullement que la dislocation du protéique a été complète. Cette mise en liberté d'acides aminés commence dès le début de la digestion, et elle se continue pendant toute l'opération. En faisant réagir la trypsine sur la caséine, E. Fischer et E. Abderhalden¹ ont vu la cristallisation de la tyrosine commencer après quelques heures et se terminer après un à deux jours. Plus lentement apparaissent la leucine, l'alanine, les acides aspartique et glutamique, et les trois bases hexoniques. Quant à l'acide pyrrolidine-carbonique et à la phénylalanine, on ne les trouve pas dans le liquide, même après sept mois. Mais celui-ci contient un polypeptide dont l'hydrolyse par l'acide chlorhydrique concentré donne les deux acides aminés qu'on vient de nommer, et en plus tous les autres : leucine, alanine, acides glutamique et aspartique. L'ovalbumine, l'hémoglobine, l'édésine, la fibrine et la sérum-globuline se comportent de même. E. Abderhalden et B. Reinhold² ont observé sur l'édésine qu'après le départ de la tyrosine il subsiste dans le liquide des produits plus compliqués, les uns dialysables, les autres non dialysables, et qui ne renferment plus que des traces de tyrosine ou même pas du tout. L'acide glutamique se sépare aussi de bonne heure de la molécule et en quantités considérables.

On voit donc que la digestion peut détacher, de la molécule protéique, des acides aminés *sans* que ce départ entraîne en aucune façon un *déroulement* complet de l'édifice, mais en laissant subsister, au contraire, des fragments volumineux de la molécule. Essayons maintenant de confronter ces données avec ce que nous savons sur le résultat physiologique de l'acte digestif. Ici nous constatons qu'avec une matière albuminoïde étrangère à l'organisme, et qui, introduite dans le sang ou sous la peau, serait éliminée par les urines comme une substance non utilisable, en provo-

quant des réactions spéciales, formation de précipitines³, l'économie fait une substance désormais assimilable, c'est-à-dire une des matières albuminoïdes spécifiques de l'organisme considéré. Or, on a vu plus haut (p. 327) que les diverses matières albuminoïdes contiennent sensiblement les mêmes acides aminés, mais en quantités différentes. On conçoit donc que, pour transformer une de ces matières en une autre, il suffise que la digestion détache de la molécule telles ou telles chaînes d'acides aminés, le gros de l'édifice subsistant intact, sous la forme d'un ou de plusieurs fragments assez complexes, tels que les polypeptides, ou peut-être même des albumoses et des peptones, trois catégories de composés que l'on trouve dans le contenu intestinal à côté des acides aminés. Parmi ces acides, ceux qui sont inutiles ou surabondants seraient brûlés, les autres serviraient, associés à ces fragments plus volumineux, à la reconstruction de la nouvelle molécule⁴.

L'intestin serait donc bien un *broyeur moléculaire*, selon l'heureuse expression de Hugonnet⁵, mais ce broyage ne serait pas uniforme et réduirait les protéiques en fragments de très inégale grosseur.

Nous voici donc assez loin de l'idée que l'on se faisait autrefois de la protéolyse digestive : une opération ayant pour but de transformer les protéiques en produits solubles et dialysables, c'est-à-dire de préparer simplement l'*absorption* de ces aliments. Il semble bien qu'il y a plus, et que la dislocation digestive propre à chaque protéique est telle qu'elle prépare non seulement son absorption, mais encore sa *reconstruction* en un *protéique spécifique* de l'organisme considéré. La digestion aurait donc, conclut Abderhalden, un rôle *considérable* dans le maintien de la *spécificité* des organismes, laquelle est, en dernière analyse, d'ordre chimique.

Dans un second article, nous examinerons les travaux relatifs à la constitution et à la formation des tissus, au sang et à l'urine.

E. Lambing.

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Lille.

¹ FISCHER et E. ABDERHALDEN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 82, 1903.

² J. ABDERHALDEN et B. REINHOLD : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLV, p. 284, 1905, et t. XLVI, 158, 1906.

³ E. ABDERHALDEN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLIV, p. 17, 1905, = *Zentralbl. f. Stoffwechsel und Verdauungskrankheit* n. 1, V, p. 657, 1905.

⁴ Voy. la Revue du 30 décembre 1905, t. XVI, p. 1091.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Rouse Ball (W.-W.), *Professeur au Collège de la Trinité, à Cambridge (Angleterre).* — **Histoire des Mathématiques.** T. I : *Les Mathématiques de l'Antiquité à Huygens. Traduit sur la troisième édition anglaise par M. L. Freund, lieutenant de vaisseau.* — 1 vol. in-8°, de viii-422 pages. (Prix : 15 fr.) A. Hermann, éditeur, Paris, 1906.

Cette *Histoire des Mathématiques* date de 1888 et en est déjà à sa troisième édition anglaise. Les étudiants d'Outre-Manche estiment donc beaucoup le manuel de Rouse Ball, dont M. Freund, le traducteur français, a considérablement augmenté la grosseur et la valeur par diverses additions sur *Viète* considéré comme géomètre, d'après Michel Chasles; sur les *ouvrages originaux de Napier*, analysés par Biot; sur *Képler*, d'après Michel Chasles et Joseph Bertrand; sur les *travaux de Galilée et de Huygens*, d'après Mach; sur les *Origines de la Statique*, dont M. P. Duhem vient de renouveler complètement la physionomie.

Mais, se demandera peut-être quelque lecteur, à quoi bon revenir sur un sujet traité si magistralement par de nombreuses plumes de Montucla jusqu'à Moritz Cantor? Nous répondrons simplement : pour profiter des découvertes historiques que font chaque jour les érudits en fouillant les sources, si souvent ignorées, même des plus laborieux chercheurs de notre époque. C'est la tâche que nous nous sommes efforcé d'accomplir dans plusieurs chapitres de notre *Histoire des Mathématiques* (1900); par exemple en réhabilitant un peu le Moyen-Age, qu'on commence à mieux juger¹. Au lieu donc de résumer à grands traits tout le livre de M. Rouse Ball, choisissons cette époque trop peu connue où Jean de Sacro-Bosco professait avec succès les Mathématiques à Paris, tandis qu'Albert le Grand émettait sur l'*Infini* des considérations curieuses. Le savant dominicain écrit en effet : « Les mathématiciens n'ont pas besoin pour leur science d'une quantité infinie en réalité, car ils n'envisagent pas la quantité réelle, mais la quantité imaginaire et se règlent d'après la faculté de l'imagination². »

De leur côté, les calculateurs parisiens des xiii^e, xiv^e et xv^e siècles ont accumulé bien des théories sur la quadrature du cercle, avant qu'on soit parvenu à jeter le pont entre les idées d'Archimède et celles de Leibniz. Le célèbre Raymond Lulle s'y évertua, en 1299, alors qu'il occupait une chaire au Collège des Franciscains, et quelques-uns de ses disciples partageaient déjà les idées que Cavalieri et Wallis devaient défendre plus tard. Ils assimilaient le cercle à un polygone d'un nombre infini de côtés, et sa circonférence à une série de lignes droites infiniment petites. Enfin, il y a lieu de se demander si Newton ne s'est pas inspiré des idées émises par Jean de Muris, qui vivait à Paris au milieu du xiv^e siècle. Ce dernier déclare effectivement, dans un ouvrage où il traite de la proportion des vitesses dans les mouvements, que « la vitesse de deux corps subissant une impulsion du même genre est proportionnelle aux espaces parcourus, et que les résultats des forces motrices sont proportionnels aux temps où ces forces s'exercent³. » Ne sont-ce pas là d'intéressantes figures de précurseurs à ressusciter?

Arrêtons ici notre trop courte incursion à travers une époque mathématique digne au moins d'une mention et formulons une légère critique sur le plan adopté par M. Rouse Ball. Dans cette succession de biographies séparées des mathématiciens, on ne suit pas assez l'évolution de la pensée mathématique à travers les âges. Néanmoins, nous signalerons de très heureuses pages : en particulier, le chapitre VII (p. 130-38) sur les *systèmes de numération* et le chapitre VIII (p. 140-52) sur la *naissance de l'enseignement dans l'Europe occidentale*, excellent résumé des travaux de S. Günther et H. Weissenborn.

JACQUES BOYER.

Schlömilch O. — *Uebungsbuch zum Studium der höheren Analysis.* (EXERCICES POUR L'ÉTUDE DE L'ANALYSE SUPÉRIEURE.) Tome I : *Aufgaben aus der Differentialrechnung.* PROBLÈMES SUR LE CALCUL DIFFÉRENTIEL. 5^e édition, mise au point par M. E. NAETSCH, professeur à l'École supérieure technique de Dresde. — 1 vol. in-8° de 372 pages avec 85 figures. Prix, cartonné : 10 fr.) B.-G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1905.

L'ouvrage de Schlömilch est excessivement connu en Allemagne, où il a déjà servi de guide à de nombreuses générations d'étudiants, puisque la première édition date de 1868. C'est un recueil d'exercices et de problèmes sur toutes les parties de l'Analyse, y compris celles qui sont d'une application courante en Mécanique et en Physique mathématique. Rajenné et complétée par M. E. Naetsch, cette 5^e édition aura, nous n'en doutons pas, le même succès que ses aînées.

2° Sciences physiques

Gérard Éric, *Directeur de l'Institut Electrotechnique Montelior.* — *Leçons sur l'Electricité, professées à cet Institut.* T. I et II, 7^e édition. — 2 vol. gr. in-8° de 882 et 888 pages, avec 400 et 432 figures. (Prix : 24 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Par la plume de M. H. Pellat⁴, puis de M. Bergel⁵, et enfin de M. Lafargue⁶, la *Revue* a présenté à ses lecteurs les première, seconde et troisième éditions de cet ouvrage. Depuis lors, quatre autres éditions se sont succédées sans épuiser le succès de l'œuvre de M. Éric Gérard, qui reste le meilleur traité moderne sur la science de l'Electricité.

A propos de l'apparition de la septième édition, nous signalerons les principaux développements qui ont été introduits dans l'ouvrage, en priant nos lecteurs de se reporter, pour le fond même, aux analyses citées ci-dessus.

Dans les chapitres relatifs au Magnétisme, on trouvera des données sur les écrans magnétiques, sur l'effet de la durée de l'aimantation, sur les inscripteurs des courbes magnétiques, et des renseignements numériques nouveaux sur les aimants permanents, ainsi que sur les fers et aciers employés dans l'industrie électrique.

Dans l'Electrostatique sont introduites les propriétés des rayons cathodiques, des rayons X et des corps radio-actifs, ainsi que des considérations sur les électrons.

Dans l'Electromagnétisme on trouve place des remarques destinées à éviter certaines confusions entre les feuillets et les courants, ainsi que le calcul des

¹ J. BOYER : *Histoire des Mathématiques*, Paris, 1900, p. 88.

² BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE PARIS : *Manuscrit latin*, n° 7437, fol. 13.

³ BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DE PARIS : *Manuscrit latin*, n° 7430. *De motibus et motis*, fol. 75.

⁴ Voy. la *Revue* des 15 juin et 15 novembre 1890.

⁵ Voy. la *Revue* du 15 juillet 1891, p. 132.

⁶ Voy. la *Revue* du 30 septembre 1893, p. 610.

aimants permanents et de nouveaux problèmes d'application.

Dans l'étude, les formules générales, telles que celles de lord Kelvin et de Neumann, sont suivies des applications aux circuits contenant des forces électromotrices constantes.

Les courants alternatifs sont traités dans des chapitres spéciaux avec l'ampère qu'ils comportent actuellement. Le cas des courants alternatifs simples et celui des courants oscillants sont étudiés avec les applications aux phénomènes de résonance, aux câbles et à l'arc échantant.

Après l'exposé des méthodes graphiques de représentation des grandeurs alternatives, vient la considération de la sinusoïde équivalente, permettant l'extension de la méthode des vecteurs aux courants non sinusoïdaux et à la détermination des effets de l'hystérésis dans les électro-aimants, ce qui conduit à la notion de la résistance effective.

Un chapitre nouveau, consacré à la représentation symbolique des grandeurs sinusoïdales, contient l'application de ce mode de calcul aux lois de Kirchhoff, aux circuits en série et en dérivation contenant des self-inductions et des capacités, aux puissances alternatives, ainsi qu'au problème de la propagation des ondes électriques dans les circuits linéaires.

Dans un autre chapitre sont réunis les développements relatifs aux ondes hertziennes, y compris l'étude de la propagation de ces ondes dans un milieu diélectrique et dans un milieu conducteur.

La formule de Nernst, pour le calcul de la force électromotrice, trouve son emploi dans les piles. L'étude des accumulateurs a été reprise. Un premier chapitre comporte des considérations générales sur les combinaisons susceptibles de former des piles secondaires et la description des accumulateurs autres que ceux au plomb. Ceux-ci sont étudiés à part, en tenant compte des progrès récents, tant dans la construction que dans la formation et l'entretien des couples secondaires.

Les chapitres relatifs aux dynamos présentent aussi des remaniements considérables. On a insisté sur le décalage et les artifices de commutation. Le chapitre des enroulements a été refait complètement, tant au point de vue du texte que des figures; les enroulements en série, en parallèle et en séries-parallèles, appliqués aux anneaux et aux tambours, ont été donnés avec leurs formules de construction. Parmi les additions se rattachent le régulateur de Thury, l'étude de la distribution du flux dans les induits dentés, les formules de dispersion et une méthode pour la détermination des frottements des dynamos.

Sont ajoutés au chapitre relatif à la construction : l'étude des isolants spéciaux aux machines, des formules de construction et des dispositifs applicables à la fabrication des induits dentés et aux bobinages sur cadres, les conditions indiquées par Arnold, Parshall et Hobart pour éviter les étincelles à la commutation.

Les descriptions des dynamos comportent quelques-uns des types principaux exposés à Paris, en 1900, ainsi que toutes les données relatives à ces machines.

Les projets de dynamos ont été repris et mis en concordance avec les règles récemment admises.

L'étude des alternateurs forme actuellement une partie distincte de l'ouvrage. Dans un premier chapitre entrent les classifications et définitions, les calculs des forces électromotrices alternatives et les principaux modèles d'enroulements d'induits.

Un chapitre descriptif contient des types caractéristiques de machines à courants alternatifs avec toutes les données de construction.

Un chapitre spécial, réservé aux essais des alternateurs, comprend l'établissement des courbes caractéristiques et leur prédétermination à l'aide des divers flux qui interviennent dans ces appareils.

Après un examen général de l'association des alternateurs viennent l'analyse détaillée des phénomènes

observés dans la mise en parallèle et l'étude, par voie graphique et par voie algébrique, de ces phénomènes et des procédés propres à éviter les perturbations.

La marche à suivre dans les projets des alternateurs et un exemple d'application à un cas spécial forment l'objet d'un chapitre inédit, qui se termine par des tableaux récapitulatifs des dynamos calculées.

Les transformateurs à courants alternatifs forment l'entrée en matière du tome II; une extension plus grande a été donnée aux méthodes de calculs graphiques, telles que le diagramme du cercle, et la méthode symbolique a été appliquée à la prédétermination des caractéristiques et des rendements.

Les bobines d'induction, dont l'importance industrielle s'est accrue depuis l'essor de la télégraphie sans fil, forment l'objet d'un chapitre spécial, présentant les progrès accomplis dans les dispositions d'enroulements et d'interrupteurs. Incidemment, on a indiqué les soins à donner aux personnes foudroées.

Une place importante a été faite aux appareils auxiliaires employés dans les distributions électriques : interrupteurs, commutateurs, coupe-circuits, pour hautes et basses tensions, parafoudres, limiteurs de tension et tableaux. La description des systèmes de distribution comporte des additions au sujet des diviseurs de tension, des survolteurs-dévolteurs et des batteries de tension. L'étude des réseaux a été étendue, ainsi que les descriptions des lignes aériennes et souterraines, à propos desquelles sont exposées des méthodes de calcul spéciales aux lignes polyphasées.

La télégraphie et la téléphonie, qui progressent plus lentement, présentent cependant des nouveautés signalées au sujet des tableaux centraux, des méthodes de communications simultanées et des appareils de télégraphie sans fil. Dans l'éclairage, on a mis à jour la fabrication des lampes et l'on a décrit les illuminants récents, tels que les lampes à corps incandescents autres que le charbon, ainsi que les arcs à flamme et au mercure. Les tableaux des rendements des lampes et des données relatives aux éclairagements ont été modifiés en conformité avec les expériences récentes. A propos des règles à suivre dans les projets d'éclairage, on a indiqué les signes conventionnels qui tendent à se généraliser. Le chapitre des compteurs renferme des additions nombreuses, tant au point de vue de la description des systèmes que des procédés de tarification.

Les chapitres consacrés aux moteurs et à leurs applications ont été réécrits en grande partie. L'étude des moteurs asynchrones à courants polyphasés présente de nombreux développements nouveaux, tels que les représentations analytiques et graphiques des champs tournants, l'application du diagramme du cercle, des détails de construction et d'enroulement, un calcul simple de projet, enfin les méthodes d'essai et de prédétermination des caractéristiques.

Les moteurs asynchrones monophasés et particulièrement les moteurs à collecteurs, tels que les moteurs à répulsion, en série simple et en série avec compensation, sont examinés aux points de vue descriptif, analytique et expérimental.

Les chapitres relatifs à la traction électrique comportent aussi de nombreuses modifications. Le tassement qui s'est opéré dans les méthodes adoptées a permis de mieux dégaier les règles générales applicables au choix et au calcul des éléments en jeu. On a toutefois insisté sur les expériences nouvelles faites à l'aide des moteurs à courants alternatifs, en indiquant les dispositifs propres à remédier aux inconvénients inhérents à l'emploi de ces courants.

La traction électrique des chemins de fer se généralise dans les voies métropolitaines et est à l'ordre du jour dans les voies interurbaines à trafic intense ou dans les pays montagneux riches en chutes d'eau. Les différents systèmes en exploitation ou en expérience ont été décrits et discutés.

Enfin, au sujet de l'Electrometallurgie, indépendamment de l'indication des progrès de détail, l'importance

de plus en plus grande prise par les fours électriques a justifié une étude séparée de ceux-ci, avec leurs applications au traitement des métaux et spécialement des aciers spéciaux et des ferro-alliages.

Fritsch (J.), Ingénieur-chimiste. — Fabrication de la Margarine et des Graisses alimentaires. — 1 vol. in-16 de 269 pages. H. Desforges, éditeur. Paris, 1905.

Les graisses alimentaires dont l'emploi est le plus répandu sont la margarine, le saindoux et le beurre de coco, l'industrie de la margarine, créée en 1872 par Mège-Mouriès, a pris une grande extension en France. Considérée comme succédané du beurre, la margarine est une graisse alimentaire susceptible de rendre de grands services à l'alimentation de la classe pauvre; mais, malheureusement, cette matière grasse a trouvé une de ses plus larges applications dans la fraude du beurre. Aussi, pour protéger l'industrie beurrière, en est-on arrivé, par la loi du 16 avril 1897, à réglementer d'une manière très sévère la fabrication et le commerce de la margarine. Cette loi a même paru insuffisante, puisque les Chambres étudient une nouvelle législation plus efficace; la margarine, ainsi que les graisses susceptibles d'être employées à frauder le beurre, devront être dénaturées par addition de fécule et d'huile de sésame, substances que le chimiste est en mesure de déceler avec une grande facilité.

L'auteur décrit la fabrication de l'oléo, et la transformation de cette matière première en margarine par son barattage avec du lait et de l'huile. Depuis la création de l'industrie de la margarine, les progrès de la fabrication n'ont guère porté que sur l'outillage.

En traitant des saindoux, l'auteur nous renseigne sur la fabrication des saindoux artificiels, qui a pris son essor aux Etats-Unis et dont la matière première la plus importante est l'huile de coton.

M. Fritsch a terminé son volume en donnant la description des méthodes d'analyse des graisses alimentaires.

X. ROCQUES,

Ex-chimiste principal

du Laboratoire municipal de la Ville de Paris

3^e Sciences naturelles

Raspail (E.), Secrétaire de la Société d'Histoire naturelle de Savoie. — Étude systématique des Charbons minéraux d'origine végétale. Note sur la caractéristique chimique des charbons intérieurs et des charbons oxydés ou altérés. — 2 br. gr. in-8^o de 45 et 16 pages. Imprimerie Nouvelle, Chambéry, 1905.

Dans la première de ces études, le distingué secrétaire de la Société d'Histoire naturelle de Savoie expose et discute les méthodes propres à la détermination de l'humidité et du pouvoir calorifique. Dans la seconde, il montre comment on peut connaître, de façon assez précise, non seulement le sens de l'oxydation, mais encore la nature des lignites voisins des houilles véritables et même sur quelle partie fixe ou volatile du charbon l'oxydation produit surtout son effet. Nous sommes heureux de signaler l'intérêt de ces travaux qui font honneur à l'auteur et à la Société d'Histoire naturelle de Savoie, que les lecteurs de la *Revue* connaissent déjà par les belles études géologiques de son président, M. Révil.

L. R.

Pfeffer (W.). — Physiologie végétale : Étude des échanges de substance et d'énergie dans la plante. Tome 1, 1^{re} fascicule, traduit de l'allemand par M. J. Friedel. — 1 vol. in-8^o de 650 pages avec 70 figures. Paris, 1906.

Ce livre est une véritable bonne fortune pour les botanistes français à qui la langue allemande n'est pas complètement familière. Au un ouvrage de Physiologie végétale comparable à celui du savant professeur de

Leipzig n'existe dans notre langue; aussi devons-nous remercier bien vivement M. J. Friedel d'en avoir abordé la traduction.

Ce premier fascicule correspond à la moitié du premier volume de la deuxième édition du « *Traité de Physiologie végétale* » paru en 1897, dont l'éloge est aujourd'hui superflu. On y trouve, après l'étude de la cellule au point de vue de sa structure intime, un chapitre sur la turgescence et la structure moléculaire, un autre sur le mouvement de l'eau dans la plante; de nombreuses pages sont réservées au mécanisme des échanges de substances et de gaz. Les aliments de la plante sont traités dans le chapitre VII, qui comprend cinq sous-chapitres des plus importants, auxquels fait suite l'étude des échanges de matières qui servent à la construction de l'organisme et qui lui fournissent l'énergie nécessaire à la vie. Les deux derniers chapitres se rapportent à la respiration et à la fermentation, phénomènes inséparables, et enfin au transport des matières.

La lecture de cet ouvrage montre constamment le souci du traducteur de chercher à rendre aussi fidèlement que possible la pensée même de l'auteur, et ce n'était pas toujours chose aisée. Malgré cela, le livre est écrit dans une langue très claire, et nous ne doutons pas que le but visé soit atteint. Souhaitons que M. J. Friedel et surtout son éditeur ne tardent pas, comme on le promet, à nous donner les quatre autres fascicules nécessaires pour la traduction de l'ouvrage complet de M. W. Pfeffer. Nous émettrons seulement un regret, c'est que l'auteur et le traducteur n'aient pu, à l'occasion de cette édition française nouvelle, intercaler les quelques faits nouveaux acquis à la science dans ces dernières années.

EM. PERROT,

Professeur à l'Ecole Supérieure de Pharmacie.

Drzewina (M^{lle} Anna). — Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des Ichthyopsidés (Thèse pour le doctorat de la Faculté des Sciences de Paris). — 1 vol. de 194 pages, avec une planche double et 9 fig. dans le texte. Schleicher frères et C^o, éditeurs. Paris, 1905.

M^{lle} Drzewina s'est proposée l'étude des divers organes lymphoïdes des Poissons et des Batraciens, à l'exclusion de la rate. Ces organes encore très mal connus, à peine indiqués par les auteurs classiques, forment soit des amas diffus, soit des follicules à contours précis, annexés au rein, au foie, au cerveau, etc., ou inclus dans la paroi conjonctive de l'œsophage, du testicule, etc.

Le rein, au moins chez les Poissons et les Batraciens, est l'organe qui renferme le plus souvent du tissu lymphoïde, intercalé entre les canalicules urinaires, ou en amas périphériques. Dans le tube digestif, il n'y en a guère que des traces chez les Batraciens, tandis que les Poissons présentent des localisations remarquables, notamment dans la valvule spirale des Cyclostomes, Sélaciens, Ganoides et Dipneustes, ainsi que dans l'œsophage des Sélaciens.

Le foie renferme chez les Sélaciens et Ganoides des masses lymphoïdes intercalées dans le parenchyme hépatique; chez les Protèles, la couche lymphoïde est le plus souvent périphérique; le pancréas peut être aussi accompagné d'amas diffus (certains Téléostéens). La surface du cœur de l'Esturgeon est revêtue d'une épaisse couche lymphoïde, qui a à peu près la structure d'un ganglion lymphatique de Mammifère. Les organes génitaux, testicules chez les Raies, ovaires chez certains Dipneustes, présentent aussi des localisations lymphoïdes; enfin, il y a encore des nodules de même nature dans la capsule crânienne de l'Esturgeon et à la surface du cerveau antérieur du *Polypterus lochii*.

Si la situation de ces organes est très variable, leur structure est à peu près toujours la même: une trame réticulée, formée par des cellules anastomosées les unes avec les autres, renferme dans ses mailles de très nombreux globules qui présentent les caractères des lymphocytes, mononucléaires, polynucléaires, leucocytes

à grains acidophiles, à grains basophiles, etc., connus chez les Vertébrés supérieurs; suivant les organes, il y a prédominance de tel ou tel type leucocytaire. M^{re} Drzewina n'est pas très favorable à la théorie de la spécificité des granulations leucocytaires, ayant observé à la fois des granules acidophiles et basophiles dans un même corps cellulaire; il lui semble que tous les globules blancs des leucithypisides ont la même origine et constituent, à partir de l'élément germinatif, des séries très variables qui ne présentent pas entre elles les différences tranchées qu'on a voulu établir chez les Vertébrés supérieurs.

Quant au rôle de ces divers organes lymphoïdes, M^{re} Drzewina ne l'a pas recherché d'une façon détaillée; elle admet, en général, une fonction globuligène formation de globules blancs prouvée par la présence de nombreuses mitoses, qui augmentent encore de nombre après des saignées ou des jeûnes suivis d'une alimentation abondante; quant à la formation de globules rouges, il ne lui a pas été possible de la mettre en évidence, même après splénectomie. Souvent, ces organes doivent avoir une fonction phagocytaire (capture de carmin injecté sous la peau, chez des *Cobitis*, par le tissu intertubulaire rénal). Enfin, la formation des granulations variées, analogues à celles de la moelle osseuse des Vertébrés supérieurs, est démontrée par l'étude histologique.

Cet intéressante travail donne une excellente vue d'ensemble de ces organes si mal connus, très suffisante au point de vue de l'anatomie microscopique; mais il reste certainement à glaner encore; on ne sait pour ainsi dire rien sur l'irrigation lymphatique de ces organes, qui doit être importante; la technique des injections physiologiques (carminée, encre de Chine, tannin, etc.), appliquée méthodiquement, mettra en évidence bien des faits impossibles à constater par l'étude histologique pure et simple. Je ne songe pas, du reste, à reprocher ces lacunes à M^{re} Drzewina; le sujet très neuf qu'elle a abordé était trop vaste pour pouvoir être approfondi dans tous ses détails.

L. CÉNOT,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Manuel des Maladies des Reins et des Capsules surrénales, publié sous la direction de MM. Debove, Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Académie de Médecine; Achard, Professeur agrégé à la Faculté, Médecin des Hôpitaux, et Castaigne, Chef de Laboratoire à la Faculté. — 1 vol. in-8° de 792 pages, avec figures. Prix : 14 fr. Masson et Co, éditeurs, Paris, 1906.

Les grands traités de Médecine qui ont paru en ces dernières années avaient de graves inconvénients, dont les principaux étaient la lenteur de la publication et le prix élevé. L'établissement d'un traité scientifique composé de plusieurs volumes importants nécessitait plusieurs années, si bien que les derniers tomes n'étaient pas encore parus que les premiers n'étaient déjà plus au courant des découvertes nouvelles. MM. Debove, Achard et Castaigne ont résolu de publier une série de manuels dont chacun sera consacré aux maladies d'un organe ou d'un appareil. Ces ouvrages, bien que composés sous la même direction, seront néanmoins indépendants les uns des autres, ce qui donnera l'avantage au médecin de choisir parmi eux ceux dont il aura besoin et aux auteurs la faculté de les mettre au courant par des éditions successives. L'idée est heureuse, et sera certes favorablement accueillie.

Le présent ouvrage comprend deux grandes divisions : les maladies des reins et celles des capsules surrénales. Les maladies des reins ont été exposées par MM. Castaigne et Balthery, pour la plus grande part, et par MM. Feuillee et Lavanant. Les maladies des capsules surrénales sont dues à MM. Lafer et Oppenheim. La rédaction en est claire, avec un grand souci

de faire un exposé complet des questions. Les points de doctrine y sont présentés et discutés avec un jugement avisé et une assurance qui ne messied pas dans un ouvrage didactique.

Les auteurs ne permettront de leur présenter une critique qui s'adresse plutôt à leur éditeur qu'à eux-mêmes. Avec la belle typographie à laquelle nous a habitués la librairie Masson, on se prend à regretter que les figures soient si rares dans un texte que les auteurs ont fait à dessein le plus concis et le plus rapide possible, ayant à exposer un nombre immense de faits. Dans toute la première partie de l'ouvrage, on ne rencontre qu'une seule figure; et, dans le reste du livre, elles sont distribuées avec une grande parcimonie. Quand on songe au luxe d'imagerie de livres allemands très élémentaires et qui, malgré quelques défauts et inexactitudes, rend d'indiscutables services, on est vraiment confus de ce que nos éditeurs français soient si peu disposés à faire des sacrifices dans ce sens. L'étudiant — ce que nous sommes tous — n'a aujourd'hui qu'une chose à faire : c'est de lire un texte classique français en s'aider d'un atlas allemand correspondant. On sait beaucoup en France; mais ce qu'on ne sait guère, c'est enseigner. Et pourtant, une des meilleures satisfactions qu'on ait d'acquiescer des connaissances, c'est d'en faire profiter autrui.

La caractéristique du livre de médecine française actuel, la voici : c'est un énorme livre, sous une mauvaise couverture de papier sans résistance, avec des séries interminables de caractères uniformes et monotones. Si on le touche, on le détériore; si on l'ouvre, ce sont des suites de lignes à faire le tour de la terre sans qu'un dessin ou une couleur vienne reposer les yeux. Pour ceux qui vendent les livres et ne les lisent pas, c'est fort bien; pour ceux qui passent leur vie à les acheter et à les lire, c'est lassant. Et Messieurs les libraires se plaignent de ce que le public médical français ne lise plus ! Lire dans nos livres modernes ! certes, pour mon compte, si je n'en avais la mauvaise habitude, je tâcherais à ne la point prendre.

Tout ce que je dis là, ce n'est que dans l'espoir de faire donner à des livres tout le succès légitime qu'ils méritent et par la valeur de leurs auteurs et par la peine qu'ils y ont consacrée. Et M. Masson lui-même comprendra ma diatribe au moment où, avec une rédaction de premier ordre, il entreprend une publication de longue haleine et de haut intérêt.

Dr A. LÉTIENNE.

Coulomb (Dr R.). — L'œil artificiel. — 1 vol. in-8° de 150 pages avec 27 planches et 103 figures dans le texte. J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 1906.

La prothèse oculaire, pour être bien faite, réclame le concours d'un artisan de premier ordre, d'un artiste et d'un ophtalmologiste avisé. Jusqu'ici, les deux premiers personnages étaient représentés par les ocularistes, auxquels des chirurgiens célèbres, Ambroise Paré, entre autres, ne ménageaient pas leur concours. M. Coulomb, qui descend d'une famille d'ocularistes, a ajouté aux traditions familiales une éducation médicale et ophtalmologique. Son livre réunit ainsi des données qui restaient dispersées jusqu'ici dans deux ordres de publications entièrement différentes. A cheval sur les deux parties du travail que nécessite la mise en place d'un bon œil artificiel, l'auteur a créé le procédé de moulage de l'orbite. À l'aide d'une seringue qui tient les papiers formés, il injecte dans le cul-de-sac conjonctival vide de la paraffine fusible à basse température. Le moulage ainsi obtenu par le chirurgien guide l'oculariste dans l'exécution de la pièce.

Le livre de M. Coulomb contient également l'exposé des opérations plastiques destinées à créer une cavité pouvant recevoir un œil artificiel dans les cas où le traumatisme destructeur de l'œil a entraîné la suppression de la cavité orbitaire par cicatrisation vicieuse.

Dr SULZER,
Ophtalmologiste de la Fondation Ad. de Rothschild.

ACADEMIES ET SOCIETES SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Mars 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Boussinesq étudie les caractères de l'onde totale dans la propagation du mouvement autour d'un centre, dans un milieu élastique, homogène et isotrope. — M. P. Duhamel démontre les deux propositions suivantes : Tant qu'une quasi-onde de choc peut se propager avec une vitesse réelle en un fluide mauvais conducteur, la densité est plus grande en amont de l'onde qu'en aval. Au sein d'un fluide qui se dilate par élévation de température, une quasi-onde de choc se propage avec une vitesse réelle, quelle que soit la grandeur de la discontinuité. — M. E. Esclapart présente ses observations de la comète 1906 b, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Nordmann décrit un perfectionnement de l'ongraphe à écoulement liquide et reproduit un spécimen des courbes enregistrées à Philippeville avec cet appareil. L'auteur reviendra prochainement en détail sur cette question dans la *Revue*. — M. Edm. Bailly est parvenu à faire vibrer sympathiquement sur le piano une corde grave (ut_1 ou la_2) à l'appel d'une corde aiguë (ut_3). Il faut que le rythme de l'appel coïncide synchroniquement avec le nombre des vibrations de la note appelée. — M. M. Delepine, en dissolvant le platine iridié dans l'acide sulfurique à l'ébullition en présence de sulfate d'ammonium, a obtenu des solutions d'où l'on peut extraire les sels d'ammonium de deux acides irido-sulfuriques. — MM. Be-son et Rosset ont étudié les réactions du peroxyde d'azote sur l'ammoniac et les sels ammoniacaux; elles peuvent s'exprimer par les équations suivantes : $3AzO^2 + 4AzH^3 = 7Az + 6H_2O$; $3AzO^2 + 2AzH^3 + H_2O = AzO + 2AzH^3$; $AzH^3 + AzO^2 + 2AzO^2 = 2Az + 2AzO^2H + H_2O$; $(AzH^3)^2SO^4 + 4AzO^2 = 4Az + 2AzO^2H + H_2SO^4 + 2H_2O$. — M. Em. Vigouroux a observé qu'à température élevée le chlorure de silicium est réduit par le cobalt avec formation de chlorure métallique, qui se volatilise, et d'un cobalto-silicium; l'action cesse lorsque l'alliage renferme 19 à 20 % de Si combiné, ce qui correspond au composé Co^2Si . — MM. E. Jungfleisch et M. Godehot, en deshydratant par la chaleur l'acide *l*-lactique, ont obtenu le *l*-dilactide. Il présente des propriétés semblables à celles du *d*-dilactide, auquel il se combine pour former le (*d* + *l*) dilactide, F. 120°. — MM. F. Bordes et Touplain décrivent un procédé de séparation et de dosage des matières étrangères contenues dans les caecums et les chocolats, par centrifugation dans des liquides de densité variant de 1,340 à 1,600. — M. C. Gessard a observé qu'après injections sous-cutanées de macérations glycéroées de *Russula delen*, le sérum des lapins ainsi traités empêche l'action de la tyrosinase, de la lacrase et de la peroxydase. — M. G. Baudran a fait de nombreuses analyses de bacilles tuberculeux, morts ou vivants. En voici la composition moyenne : substances grasses, 36 à 44 (cholestérine, 3 à 7; stéarine, 15 à 18; oléine, 10 à 12; lécithine distérique, 6 à 7); nucléine, 3 à 4; cellulose, 3,6 à 5,5; fer, 0,006 à 0,008; manganèse, traces; substances albuminoïdes, 50 à 56. — M. J. Gautrelet montre qu'il y a un parallélisme absolu entre l'alcéinité apparente du sang et l'activité des échanges organiques mesurée par le titre hémoglobinique.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Calmette et M. Breton ont constaté que la tuberculine absorbée par le tube digestif est toxique pour les animaux non tuberculeux, surtout les jeunes; il ne s'est établi aucune accou-

tumance à l'ingestion de doses croissantes. Les cobayes rendus tuberculeux réagissent constamment à la tuberculine ingérée à la dose de 1 milligramme, inoffensive pour les cobayes sains. Chez les animaux tuberculeux, la réaction diagnostique s'obtient aussi bien par l'ingestion que par l'inoculation sous-cutanée de tuberculine. — MM. M. de Rothschild et H. Neuville ont étudié l'*Hylochoerus Meinertzhageni* sur les pièces rapportées d'Afrique orientale par le premier. Les détails de la dentition sont très intéressants. L'*Hylochoerus* appartient au type bunodont et manifeste un acheminement vers la structure qui s'observe chez le Phacochère. — M. L. Bordes décrit la structure des caecums ou appendices filiformes de l'intestin moyen des Phyllies; ils présentent de grandes analogies avec les tubes de Malpighi. — M. M. A. Hérubel montre que le tube cérébral des Sipunculidés n'est qu'un diverticule buccal, une sorte d'hypophyse, et que les tubercules ciliés ne sont qu'une différenciation de l'épithélium buccal et œsophagien. — M. Th. Moroff a reconnu que les Sporozoaires parasites de la paroi intestinale de l'*Octopus* et de la *Sepia*, considérés généralement comme des Coccidies, sont en réalité de véritables Grégarines. — M. L. Léger signale une nouvelle Myxosporidie qui habite dans la vésicule biliaire de la truite indigène; elle appartient au genre *Chloromyxum* et semble être l'agent pathogène d'une maladie souvent mortelle. — S. A. S. le Prince Albert de Monaco retracer l'histoire de la septième campagne scientifique de la *Princesse Alice*. — M. F. Pelourdo, par l'étude comparative de la racine et du pétiole, a constaté que les genres de Fongères *Asplenium*, *Polypodium* et *Adiantum* sont bien homogènes. Le genre *Nephrodium* est hétérogène; on pourrait en retrancher l'*Aspidium angulare* pour le ranger dans la première série. — M. P. Dangéard a observé la fécondation nucléaire chez les Mucorinées, caractérisée par la fusion des noyaux d'énergides sexuels lors de l'union des gamètes. — M. Ch. Depéret étudie l'évolution sur place et les migrations des Mammifères oligocènes. — M. M. Chevalier a trouvé des traces très nettes des glaciers pléistocènes dans les vallées d'Andorre. Le massif granitique situé à l'est de l'Andorre formait un centre de dispersion des glaciers. — M. Ph. Glangeaud montre que la plupart des volcans du Livradois et de la Comté sont situés sur des failles de direction N.-S. (dislocations tertiaires) et de direction N.-E. et N.-W. (dislocations généralement hercyniennes ayant rejoint au Tertiaire). Ces volcans paraissent être du Pliocène ancien, les coulées phonolitiques étant postérieures aux coulées basaltiques. — M. E. Argand a étudié la tectonique de la zone d'Ivry et de la zone du Strona. La zone d'Ivry est un synclinal; c'est dans la zone du Strona que venait s'enclaver le prolongement, aujourd'hui détruit, des nappes orientales. — MM. P. Petit et H. Courtet ont recueilli, dans la région du Tchéad, trois roches, un calcaire, un tuf calcaire et un triplé, contenant des Diatomées, toutes fossiles, mais d'âge relativement récent; ces roches sont des dépôts d'eau douce.

Séance du 19 Mars 1906.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour la chaire de Zoologie (Mammifères et Oiseaux) vacante au Muséum d'histoire naturelle : 1^{er} M. G. Grandidier; 2^o M. E. Trouessart.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. V. Volterra communique ses recherches sur les fonctions qui dépendent d'autres fonctions. — M. J. Juhel-Rénoy démontre le

théorème suivant : Soient A_k , ($k = 1, 2, \dots, n$) les affixes des racines d'un polynôme $F(z)$ de degré n . Les affixes des racines du polynôme dérivé sont les foyers réels d'une courbe de classe $(n-1)$, tangente, en leurs points A_k , aux droites qui joignent deux à deux les milieux A_k . — M. T. Boggio donne une nouvelle solution, très simple, du problème de l'induction magnétique pour une sphère isotrope. — M. G. Bigourdan présente ses mesures de nébuleuses distribuées entre 0 h. et 2 h. d'ascension droite. — M. J. Guillaume adresse ses observations de la comète Kopff 1906 b, faites à l'équatorial coulé de l'Observatoire de Lyon. — MM. Sy et Villatte communiquent leurs observations de la comète 1906 b, faites à l'équatorial coulé de l'Observatoire d'Alger.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Tissot montre que l'énergie absorbée par un détecteur intercalé dans l'antenne d'émission est maximum quand la résistance de ce détecteur est égale à la résistance d'amortissement du système, c'est-à-dire quand le courant est réduit de moitié. — M. P. Villard estime que la colonne positive des tubes de Geissler est une chaîne de particules gazeuses parcourue par le courant; l'émission de lumière serait due au passage de ce courant. — MM. P. Chrétien et J. Guinchant ont constaté que le sulfure d'antimoine éprouve, au moment de la fusion, une dilatation d'environ 17 %; sa densité reste, à toute température, très inférieure à celle de l'antimoine. — M. H. Moissan a distillé le titane au four électrique à une température d'environ 3.500°, avec un courant de 500 ampères sous 110 volts. Ce corps existant à l'état gazeux dans le Soleil, celui-ci ne doit pas avoir une température de beaucoup supérieure. — M. R. Marquis, en faisant réagir les imino-éthers et les imino-chlorures sur les dérivés organo-magnésiens, a obtenu dans quelques cas les aniles des cétones correspondantes, d'où l'on retire facilement ces dernières par hydrolyse. — MM. A. Haller et H. Bauer ont préparé les benzylhornéols secondaires par réduction du benzylcamphre, les benzyl- et phénylhornéols tertiaires par action des composés organo-magnésiens sur le chlorure de benzyle et le bromure de phényle, et les benzyl- et phénylcamphènes par deshydratation des produits précédents. — MM. G. Darzens et P. Lefebvre, en faisant réagir l'éthylate de sonde sur un mélange de cyclohexanone et d'éther monochloracétique, ont obtenu un éther glycidique, l'oxyde cyclohexylacétique, donnant l'acide correspondant par saponification. Cet acide, distillé à basse pression, se décompose en aldéhyde hexahydrobenzoïque et CO_2 . Ces réactions sont générales. — MM. E. Kayser et E. Manceau ont reconnu qu'un vin renfermant du sucre, aliment nécessaire, ne peut devenir gras que si sa composition est favorable à la multiplication des micro-organismes. Les facteurs les plus importants sont : l'acidité libre, l'alcool, les matières organiques azotées, les sels de potasse.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. F. Villemin a constaté que les rayons X agissant sur le testicule détruisent l'épithélium séminal, mais respectent la glande intersticielle. — M. Ch. Henry présente ses recherches sur les lois de l'élasticité musculaire. — MM. Brau et Denier ont obtenu, en milieu albumineux, une toxine cholérique soluble, voisine, par ses propriétés, des endotoxines pesteuse et typhique. Injectée aux animaux dans les veines, elle provoque la formation d'une antitoxine dans le sérum. — M. E.-L. Bouvier a constaté, au cours de la campagne de la *Princesse Alice*, que le *Gennadas elegans* est une espèce bathypélagique; le nombre des adultes capturés augmente à mesure qu'on s'éloigne du niveau de 1.000 mètres pour descendre vers les profondeurs. — M. A. Vayssières a étudié les Gastéropodes recueillis par l'expédition antarctique Charcot; quatre sont des Nudibranches et deux des Marseillades. Quatre deviennent des types de genres nouveaux. — MM. L. Leger et E. Hesse ont reconnu que la paroi spirale des Myxosporidies n'est pas un simple produit de sécrétion anhiste, mais est constituée

aux dépens de deux cellules pariétales dont chacune donne finalement une des valves de la spore. — M. P. Pelseener signale que le genre *Lima* est toujours pourvu, d'une façon absolument normale, de deux orifices buccaux symétriques, un droit et un gauche. — M. A. Lacroix montre que les faciès de variation des synténies néphéliques des îles de Los sont comme la reproduction en miniature des roches qui, en Laponie, forment individuellement des massifs distincts, et constituent par suite une véritable série pétrographique. Ils précisent ainsi les relations génétiques que ces dernières roches présentent entre elles. — M. L. Cayeux a observé au microscope, dans le minéral de fer de Dielette (Manche), des corps ferrugineux qui ont conservé les caractères des oolithes les plus typiques. La magnétite occupe la place d'éléments qui étaient certainement calcaires à l'origine. Ce minéral paraît donc procéder d'un calcaire oolithique. — M. Michel-Lévy présente la feuille de Gap de la Carte géologique de France au 1/80.000°. — M. E. Haug a étudié une collection de fossiles rapportés de l'Abenet occidental par MM. Chudeau et Gauthier. L'ensemble des couches qui font suite aux grès éodéoniens représente le Dévonien moyen : les couches à *Tropidoleptus carinatus* correspondent vraisemblablement à l'Éifélien, tandis que les couches à *Anurestes Chudeani* appartiennent peut-être au Givétien. — M. J. Cornet a étudié la faune du terrain houiller inférieur de Baudour (Belgique). La liste des espèces déterminées montre l'analogie des couches de Baudour avec la Pendleside Series, que M. Hind place à la base du terrain houiller du Lancashire. — M. A. Renier a déterminé les principaux représentants de la flore des mêmes couches. Ces espèces sont caractéristiques du Calvo et beaucoup plus anciennes que celles de la zone A reconnue par M. Zeiller dans le bassin houiller de Valenciennes. — M. J. Thoulet a analysé de nombreux échantillons de fonds marins, au point de vue de leur teneur en calcaire et argile. Le calcaire provient surtout des innombrables animalcules vivant près de la surface et tombant au fond après leur mort. L'argile est d'origine continentale.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Mars 1906.

M. A. Gautier montre que la formation des eaux thermales est due à l'action lente et continue du feu central sur les roches profondes. Sous cette action, celles-ci perdent leur eau de constitution, qui réagit sur les matériaux du milieu ambiant, se minéralise à leurs dépens, puis se liquéfie et vient sortir à la surface. — MM. Ant. Poncet et R. Leriche ont poursuivi leurs recherches sur le rhumatisme tuberculeux. Ils ont constaté qu'avec le bacille de Koch il est expérimentalement possible d'obtenir des inflammations simples, à marche aiguë ou chronique, se terminant par résolution, ou par cirrhose indéterminée. D'autre part, ils ont observé que le rhumatisme articulaire tuberculeux revêt anatomiquement deux formes : aiguë et chronique. Dans la première, deux modes d'évolution sont possibles : une évolution hydropique, une évolution sèche et plastique. Dans la deuxième, on trouve deux groupes principaux de lésions : les ones relèvent d'un processus raréfiant, comme la polyarthrite déformante; les autres d'une inflammation hyperostotante, périphérique et localisée (arthrite sèche, scéle ou totale (arthrite ankylotante). Il est probable que les différents types de maladies ostéo-articulaires de la croissance, que les déviations ostéo-articulaires des adolescents sont fréquemment d'origine tuberculeuse. — M. J. Renaut montre que les cellules fixes du tissu conjonctif sont, en certaines circonstances, douées d'une activité sécrétrice d'un mode très élevé : elles élaborent, en effet, au sein de leur cytoplasme, un grand nombre de grains de ségrégation albuminoïdes, réalisant tous les caractères his-

tologiques et cytologiques des « proferments ». L'auteur désigne ce mode d'activité sécrétoire sous le nom de fonction rhagocirine. — Suite de la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

Séance du 20 Mars 1906.

M. L. Landouzy communique les résultats d'une enquête de morbidité et de mortalité tuberculeuse portant sur 257 menuisiers, enballeurs et parqueteurs entrés à l'hôpital Laennec de 1900 à 1904. La morbidité tuberculeuse est de 31,9 %, et la mortalité tuberculeuse de 7,78 %, chiffres de beaucoup inférieurs à ceux qu'a révélés une précédente enquête sur les blanchisseurs. La tuberculose a un rapport étroit avec la respiration des poussières dans des milieux clos et bacillifères ; mais ces poussières sont moins bacillifères chez les menuisiers que chez les blanchisseurs. — M. de Ranse signale les facilités de transmission des maladies contagieuses dans les stations balnéaires, généralement surpeuplées, et l'utilité qu'il y aurait à ériger un local approprié où l'isolement et la désinfection des malades pourraient être appliqués rigoureusement. — MM. Rochard et de Champassain présentent un Mémoire sur le traitement des atrophies musculaires consécutives aux épanchements articulaires (en particulier à l'hyarthrose) par la méthode du travail musculaire avec progression des résistances. — MM. A. Castex et L. Marchand adressent un travail sur l'anatomie et l'histologie de la surdi-mutité.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Mars 1906.

M. L. Imbert a étudié les avantages des appareils à chloroformisation sur la compresse : économie de chloroforme, durée du réveil plus courte, vomissements plus rares, anesthésie plus calme. — M. M. Weinberg a observé la présence de kystes vermineux chez le chimpanzé et les singes inférieurs au niveau du cæcum et du gros intestin. La formation de ces kystes est due aux larves de différentes espèces d'*Oësophagostomes*, qui se fixent dans la sous-muqueuse en provoquant autour d'elles un foyer hémorragique aux dépens duquel elles se nourrissent. — MM. A. Raillet et A. Henry ont déterminé les *Oësophagostomes* recueillis par M. Weinberg chez les chimpanzés et chez les singes inférieurs. Les premiers constituent une espèce nouvelle (*Oes. dentigerum*) ; les seconds sont l'*Oes. apistomum* Willach. — M. Ch. Féré a observé un certain nombre de sujets adultes incapables de fléchir isolément aucun doigt, y compris le pouce. Très peu de personnes fléchissaient les cinq doigts isolément. — Le même auteur a étudié aussi les mouvements d'adduction des doigts, c'est-à-dire ceux qui écartent les doigts de l'axe de la main. L'incapacité de ces mouvements est fréquente chez certains sujets. — M. Ch. Richet a observé une accélération de la fermentation lactique du lait par la présence d'une quantité minuscule de chlorure de platine ou d'autres sels. — M. A. Laveran a découvert dans le sang d'anguilles provenant de la République Argentine une Hémogégarine nouvelle, qu'il nomme *H. Lignieresii*. — Le même auteur signale que le parasite qu'il a décrit sous le nom d'*Haemogregarina Neiretti* vit sur la *Rana nasarenensis*. — M. A. Lécailion a étudié la ponte des œufs chez le *Tahanus quadrimaculatus* ; elle a lieu à la fin de mai ou au commencement de juin uniquement sur les brins d'herbe desséchés. Les larves tombent à terre dès leur sortie de l'œuf et s'enfoncent immédiatement dans le sol. — MM. H. Vincent, C. Dopter et Billet ont constaté que le chlorure de calcium favorise, en général, l'action hémolytique préexistante, atténuée ou latente des sécrétions d'un grand nombre de microbes pathogènes. — MM. J. E. Abelous, H. Ribaut, A. Soulié et G. Toujan ont reconnu qu'il existe dans les extraits de muscles putréfiés une ou plusieurs substances de nature alcaloïdique, qui peuvent élever

beaucoup la pression artérielle. — M. R. Turro a observé que le suc de thyroïde du porc et du mouton, préparé par compression, dissout presque instantanément les cultures du bacille virgule sur la gélose. Le bacille d'Eberth, réduit à la forme globulaire, est aussi dissous très rapidement par ce suc. — MM. Al. Carrel et C. C. Guthrie sont parvenus à transplanter les deux reins d'un chien terrier sur une petite chienne dont on avait préalablement extirpé les deux reins. Au bout de quelques heures, la circulation est rétablie et l'animal guérit parfaitement. — Les mêmes auteurs ont pratiqué également avec succès la transplantation de l'ovaire chez la chatte. — MM. H. Rajat et G. Péju ont obtenu avec d'autres iodures (de Ca, Sr, Azil¹, Li, Na) les mêmes variations morphologiques du bacille d'Eberth que sous l'influence de l'iodure de potassium (formes filamenteuses et renflées). — M. G. Patein a constaté que, dans la coagulation du sang, il faut un certain excès de sel calcaire dans le plasma pour que le fibrinogène soit entièrement transformé. Le plasma oxalaté privé de fibrinogène par l'acide acétique contient encore une matière albuminoïde coagulable à 56°. — M. Ch. Lesieur a observé que la toxicité des alcools croît bien avec leur poids moléculaire, l'alcool méthylique étant le moins toxique de tous. L'intoxication par les alcools purs se traduit surtout par la paralysie et le coma, et non par l'épilepsie et les convulsions. — M. J. P. Bounhiol décrit la technique expérimentale qu'il emploie pour les mesures respiratoires chez les Poissons et qui est analogue à celle qu'a exposée récemment M. L. Roques. — M. H. Iscovesco a reconnu que le suc gastrique pur et dialysé ne contient que des colloïdes positifs. Le sérum sanguin, débarrassé de fibrine et de ses globulines, contient encore une substance colloïdale positive et une autre négative. — M. J. Nageotte a constaté qu'un point de vue de la régénération des cylindres, les nerfs radiculaires et les portions de racines avoisinantes se comportent dans le tabes ancien comme des cicatrices norvégiennes. — MM. H. Bierry, Gajja et V. Henri ont observé que le suc pancréatique de chien, dialysé avec soin, devient presque complètement inactif vis-à-vis de l'amidon. L'addition de chlorure de sodium, d'un acide ou du mélange de sels contenus dans l'eau de mer rend l'amylase du suc pancréatique active.

Séance du 10 Mars 1906.

M. Frenkel a constaté que, dans le suc intestinal pur, le carbonate de soude est seul capable de mettre en liberté l'oxygène actif du peroxyde de magnésium. — M. Ed. Retterer a reconnu que le tissu épithélial constitue, dans les membranes tégumentaires, les muqueuses et les formations lymphoïdes en son dérivé, l'élément initial ; au deuxième stade de son évolution, il devient tissu conjonctif. — M. R. Le Gendre décrit une structure particulière, en rapport avec les grains de lipochrome, qu'il a rencontrée dans quelques cellules nerveuses d'*Helix pomatia*. — Le même auteur critique l'assimilation à un centrosome de la structure décrite par Mar Chlore dans les cellules nerveuses de plusieurs Gastéropodes. — M. E. Faure-Frémiet a observé que l'anesthésie du *Glaucoma pyriflorum* est caractérisée par une cessation des mouvements, une réfringence spéciale du protoplasma qui semble indiquer une déshydratation, et une diminution des actions réductrices intraprotoplasmiques. — M. G. Manca a découvert des trypanosomes dans le sang de plusieurs animaux (lapins et anguilles) capturés en Sardaigne. — MM. H. Rajat et G. Péju ont constaté qu'à la forme filamenteuse ou élargie du bacille d'Eberth correspond une disparition des caractères biologiques du bacille normal ; au retour à la forme normale se juxtapose un retour à ces propriétés. — M. Guerbet a reconnu que le streptobacille suffit à lui seul pour assurer la préparation du *yoghurt* lait fermenté ; l'alcool du *yoghurt* est d'origine bactérienne. — MM. Rioux et Saquépée ont observé que les sérums typhiques et paratyphiques

peuvent coaguler les bacilles d'intoxication carnée. Les bacilles paratyphiques B et les bacilles carnés type Aertryck se comportent comme des espèces très voisines; les bacilles type Gartner s'éloignent des précédents. — M. P. Marceau décrit un dispositif expérimental pour l'étude des rapports de la durée de la période d'excitation latente (temps perdu) avec les charges à soulever dans les muscles de différents animaux. Il conclut de ses observations que, chez les Mollusques, le temps perdu augmente très légèrement avec la valeur des poids à soulever; chez les Mammifères, au contraire, le temps perdu reste constant. — M. G. Froin a constaté que, quand on mélange deux liquides possédant une action hémolytique propre, l'une naturelle et à manifestation précoce, l'autre artificielle et à action plus tardive, leurs effets ne s'ajoutent pas, mais, au contraire, s'annihilent. — M. A. Ronchèse montre qu'à la température ordinaire l'acide urique est oxydé régulièrement par l'iode en milieu rendu alcalin par un corps sans action sur ce métalloïde, cette réaction peut servir au dosage de l'acide urique. — M. C. Gessard, en faisant à des lapins des injections sous-cutanées de macération glycinée de *Bussola delica*, a obtenu un sérum anti-peroxydasique.

Séance du 17 Mars 1906.

M. le Président annonce le décès de M. C. Phisalix, membre de la Société. — M. D. Courtade est élu membre titulaire de la Société.

M. E. Bourquelot montre que la méthode à l'émulsine permet de découvrir rapidement si une plante renferme ou non un glucoside hydrolysable par cet enzyme; elle donne des indications sur ses proportions et permet, en général, de savoir s'il est ou non déjà connu. — M. Ch. Lefebvre a retiré du *Taxus baccata* un glucoside nouveau, qu'il nomme *taxetine*. Il se présente en aiguilles incolores, fondant à 163°, solubles dans l'eau et l'alcool, lévoxyres, dédoublables par l'émulsine. — MM. A. Gilbert et M. Herscher ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans la congestion hépatique liée à l'asthénie; le chiffre moyen est de 0,08 gramme par litre de sérum. — M. S. Metalnikoff a constaté que la *Galleria melonella* est douée d'une véritable immunité vis-à-vis de l'infection tuberculeuse. Celle-ci paraît liée à la présence de ferments capables d'attaquer la matière cireuse qui entoure ce bacille et de détruire ensuite le bacille. — M. G. Bohn a étudié l'action de la lumière sur les mouvements de l'*Acanthia lectularia*. — M. H. Mandoul a reconnu que les phénomènes de réflexion auxquels le « tapis » du fond de l'œil doit son aspect nacré et son pouvoir réflecteur sont de même nature que ceux qui donnent aux téguments des Invertébrés et des Vertébrés inférieurs leurs belles colorations changeantes. Les uns et les autres ressortissent à des phénomènes de lames minces dus à la structure des tissus. — M. A. Ronchèse applique sa méthode de dosage de l'acide urique au moyen d'une solution filtrée d'iode au dosage de cet acide dans l'urine. — MM. A. Carrel et C. C. Guthrie ont constaté que les anastomoses artério-veineuses restent perméables au moins pendant six mois et demi. L'épaississement de la paroi d'une veine transformée en artère au point de vue physiologique varie en raison directe de la pression sanguine. — MM. J.-E. Abclous, H. Ribaut, A. Soulié et G. Toujan ont observé qu'il existe dans les macérations de muscles putréfiés une ptomaine qui exerce une action considérable sur la pression sanguine. — M. Ed. Retterer a reconnu que, chez les fœtus et les jeunes animaux, le ganglion lymphatique est formé par des cellules conjonctives dont le cytoplasma est commun (syncytium); ce syncytium évolue en tissu réticulé, plein d'abord, puis à mailles vides; c'est par fonte protoplasmique que se produisent les éléments libres. — M. Ch. Féré montre que le travail excité par une excitation nécessaire un repos supplémentaire. — MM. J.-Ch. Roux et A. Riva ont constaté que le muco et les membranes

intestinales ne sont digérés ni dans le suc gastrique, ni dans le suc pancréatique après un séjour de vingt-quatre heures à l'étuve à 37°. — M. N. Gréchant rappelle la précision avec laquelle des mélanges gazeux contenant du formène peuvent être analysés avec son grismomètre. — M. H. Iscovesco a reconnu que le suc pancréatique de sécrétine ne contient que des colloïdes électro-négatifs. — MM. A. Borrel et Et. Burnet ont observé le développement *in vitro* du spirille de la poule puisé avec le sang dans divers milieux: plasma de fœtus, sang citraté, plasma de sang défilébriné. — M. A. Mayer a constaté: que le suc gastrique dialysé précipite l'ovalbumine, que le précipité contient de l'albumine et de la pepsine, que ce précipité est soluble dans les solutions d'électrolytes diluées. — MM. M. Pucaut et P. Vigier ont reconnu que les glandes de Nalepa favorisent, chez l'escargot, la déglutition (sécrétion de muco) et agissent chimiquement sur certains aliments (sécrétion de ferments: amylase, xylanase, émulsine).

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 13 Février 1906.

MM. P. Simon et L. Spillmann recommandent la ponction du cœur comme méthode de récolte du sang chez les petits animaux de laboratoire; l'opération n'entraîne pas nécessairement la mort. — M. P. Haus-halter signale un cas de développement anormal des organes génitaux chez un garçon de neuf ans, débile mental et hérédo-syphilitique. — M. L. Garnier a déterminé la teneur en glycogène du foie chez l'homme sain; elle a été de 2,79 et de 4 % dans deux cas. — Le même auteur a constaté que la muqueuse gastrique de l'homme a une acidité de 0,27 % en HCl et la muqueuse intestinale de 0,208 %. — M. L. Mercier a observé, à la base de la formation des spores chez le *Myxobolus Pfeifferi*, un phénomène de sexualité, une véritable anisogamie. — M. L. Bruntz a découvert chez les Stomatopodes un organe globuligène, constitué par de nombreux et gros nodules répandus dans toute la longueur de la partie ventrale de l'abdomen. — MM. F. Gross et L. Sencert ont constaté, chez la plupart des grands opérés, une hyperazoturie coïncidant avec une hyperleucocytose post-opératoire.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Décembre 1905 (Suite).

MM. J. B. Farmer, J. E. S. Moore et C. E. Walker, poursuivant leurs recherches sur la cytologie des tumeurs malignes, arrivent aux conclusions suivantes: 1° Une tumeur primaire a d'abord son origine dans un changement de nature d'un certain nombre de cellules somatiques antérieurement fonctionnelles; 2° La transformation peut affecter un nombre considérable de cellules et continue certainement à agir pendant un certain temps; 3° Comme résultat de ce changement, l'activité mitotique et amitotique est révélée et procède rapidement, en augmentant la masse du tissu affecté; 4° Durant cet accroissement, une activité remarquable se manifeste parmi les leucocytes, ressemblant d'abord à celle qu'on observe dans les processus inflammatoires, mais aboutissant finalement à l'union de quelques cellules atteintes à un degré plus ou moins grand avec un ou plusieurs leucocytes; 5° Dans les divisions subséquentes de ces cellules, le noyau du leucocyte se divise simultanément avec celui de la cellule cancéreuse, et leurs chromosomes peuvent se mêler en figures de clivage; 6° Des cellules multinucléées (syncytia) peuvent se former par mitose ou amitose non accompagnée de la division de la masse du protoplasma; 7° Les noyaux résultants peuvent se diviser normalement et mitotiquement, ou bien les figures nucléaires peuvent être plus ou moins mélangées, de telle façon que toutes les sortes de variations dans le nombre des chromosomes peuvent se présenter, mais

le mode d'évolution et de division des chromosomes suit le type somatique; 8° En outre, on observe une forme de mitose conduisant à des noyaux possédant la moitié du nombre des chromosomes somatiques, et les phases concordent de très près avec celles qu'on observe durant la mitose hétérotypique (mitotique primitive) des animaux et des plantes; 9° Des divisions subséquentes se présentent, dans lesquelles le nombre réduit des chromosomes persiste, le type de division ressemblant, à tous les autres points de vue, à celui des cellules somatiques. Ces mitoses tombent dans une catégorie correspondant aux mitoses post-mitotiques des plantes; 10° Pendant les divisions mitotiques et post-mitotiques des cellules cancéreuses, on trouve des structures qui ont été désignées sous le nom de corps de Plimmer. Ils sont communs aux cellules cancéreuses et aux cellules reproductrices du testicule à une phase particulière de leur évolution. Les seules autres cellules dans lesquelles des structures ressemblant aux corps en question aient été observées sont peut-être celles qui forment certains leucocytes de la moelle des os. Les observations précédentes montrent que le développement cancéreux est intimement lié à des variations définies des cellules affectées. Elles peuvent être attribuées à l'influence d'un parasite, mais les auteurs n'ont jamais rien observé qui légitimât cette opinion. D'autre part, leurs observations réfutent complètement l'hypothèse de la persistance de «restes embryonniques» suggérée par Cohnheim. Les auteurs continuent leurs recherches.

Séance du 14 Décembre 1905 (Suite).

M. L. Rogers a poursuivi ses recherches sur le développement de l'*Hepatomonas* du Kala-Azar et de la fièvre cachectique aux dépens des corps de Leishman-Donovan. On sait que l'auteur, cherchant à conserver vivants hors du corps humain les corps trouvés par Leishman et Donovan dans le sang de certains malades, y est parvenu en plaçant ces parasites dans du sang de rate citraté stérile à 22° C. Dans ce milieu, ces corps restent non seulement vivants pendant plusieurs jours, mais ils se multiplient très rapidement et se développent en corps flagellés allongés, qui paraissent être au stade de développement d'un Trypanosome. M. L. Rogers a reconnu qu'on obtient une flagellation plus régulière si le sang de rate citraté est légèrement acidifié par de l'acide citrique. Dans ces conditions, il a pu observer le mode de division des formes flagellées et la formation de rosettes; de ses observations, il conclut que ce parasite n'est pas un Trypanosome, mais appartient à l'ordre des *Hepatomonas*. Les deux conditions qui favorisent le rapide développement de cet organisme : stérilité et légère acidité, se rencontrent dans l'estomac de certains insectes suceurs de sang, parmi lesquels la punaise des lits et peut-être les moustiques; et il se pourrait que ceux-ci fussent les agents de transmission du parasite. Il est à remarquer que la température optimum, relativement fraîche (22°), pour le développement de ces organismes est en relation directe avec le fait que le Kala-Azar commence généralement aux Indes et en Extrême-Orient pendant la saison froide. — M. V. H. Blackman et M^{lle} H. C. I. Frazer ont étudié le développement de l'ascogonium de l'*Humaria granulata* Quel. Le processus de fusion par paires des noyaux femelles, observé par les auteurs dans l'ascogonium de l'*Humaria granulata*, doit être considéré d'après eux comme un processus sexuel réduit qui, en l'absence de l'antheridium, remplace la fertilisation normale par les noyaux mâles, telle qu'on la trouve chez le *Sphaerostylis*, l'*Erysiphe*, le *Pyrenoma*. Il rend très improbable la dernière hypothèse de Bangard que, chez les Ascomycètes, il n'y a pas de fertilisation dans l'ascogonium, et que le processus sexuel a été transporté de cette structure aux asques; car, chez l'*H. granulata*, les auteurs ont trouvé que, même en l'absence d'antheridium, le processus de la fusion nucléaire n'est pas confiné aux asques, mais

qu'il y a une fusion primitive dans l'ascogonium, qu'il doit être considérée comme le processus sexuel, quoique d'un type réduit.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Février 1906.

M. J. Walker présente ses recherches sur les lignes de Talbot. Le dessin de diffraction d'une ligne de lumière monochromatique vu au foyer, dû à une ouverture rectangulaire dont les côtés sont parallèles à la ligne, est caractérisé par des bandes sombres arrangées à intervalles égaux de chaque côté de l'image géométrique de la ligne. Lorsqu'on couvre la moitié de l'ouverture avec une plaque retardatrice, les bandes d'ordre impair sont déplacées du côté couvert d'une quantité proportionnelle au retard introduit, celles d'ordre pair demeurant fixes. Supposons que la lumière soit blanche et que ses constituants monochromatiques occupent, par un dispositif spectral analytique, différentes positions angulaires dans le champ. Par suite de la dispersion, les bandes d'ordre pair sont obliques; mais, dans le cas de celles d'ordre impair, le pouvoir dispersif de la plaque elle-même produit une dispersion des bandes, par suite de laquelle ces bandes seront vues, pourvu que la plaque ait une épaisseur convenable et soit placée de telle façon que la dispersion des bandes qu'elle produit agisse en opposition à la dispersion primitive de la lumière. Le mode opératoire est facile à se représenter en supposant le phénomène analysé par un spectroscope ayant sa fente dans le plan du dessin de diffraction dans une direction perpendiculaire aux bandes; un simple calcul donne la meilleure épaisseur de la plaque. — M. C. G. Barkla expose ses recherches sur la radiation Röntgen secondaire. La même communication ayant été présentée à la Société Royale de Londres, on en trouvera l'analyse dans le compte rendu de la séance du 8 février de cette Société. — MM. C. W. S. Crawley et F. B. O. Hawes ont enregistré la différence de potentiel entre les rails d'une ligne de chemin de fer au moment du passage d'un train. A chaque rail un fil est attaché d'une façon permanente; les deux extrémités sont reliées aux bornes d'un galvanomètre à réflexion. Le courant normal qui passe à travers le galvanomètre commence à être troublé environ une minute avant le passage d'un train, et la perturbation dure environ deux minutes; les courbes enregistrées, quoique très complexes, ont quelque analogie. La f. é. m. entre les rails a atteint jusqu'à 28 millivolts; des différences de 8 à 15 millivolts sont fréquentes. Il est probable que ces effets sont dus à des courants terrestres; ils sont en rapports assez étroits avec le temps.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Février 1906.

M. A. Angel, en dissolvant l'oxyde cuivreux dans une solution ammoniacale de formate d'ammonium sous du pétrole, diluant par l'alcool et acidifiant par l'acide formique, a obtenu des cristaux incolores, qu'il recueille dans une atmosphère d'H₂. Ils constituent le formate cuivreux HCO₂⁺ Cu⁺, très facilement décomposable. — MM. H. Hartley et N. G. Thomas ont constaté que le triphénylméthane cristallise du benzène, du thiophène, du pyrrol et de l'aniline, dans certaines conditions, avec une molécule du solvant, en cristaux du système rhomboédrique. L'étude de la cristallisation spontanée des solutions sursaturées du triphénylméthane dans les solvants précédents montre qu'il existe une région métastable, dans laquelle les solutions sursaturées ne peuvent cristalliser spontanément. — M. H. Hartley discute les hypothèses d'Ostwald et de de Coppiet sur la cristallisation spontanée des solutions sursaturées. La différence entre les solutions métastables et labiles peut être expliquée, au point de vue cinétique, comme le résultat de l'augmentation de solu-

bilité des petits cristaux qui sont d'abord formés dans la cristallisation spontanée. — MM. H. A. D. Jowett et A. C. O. Hann ont constaté que les tropéines des acides térébrique et phthalide-carboxylique, qui produisent un effet analogue à celui de l'atropine sur le cœur, perdent cette action après qu'on leur a ajouté une proportion moléculaire d'alcali; elles montrent donc, en solution aqueuse et alcaline, une différence d'action semblable à celle qui a été observée pour la pilocarpine. — M. Al. Mc Kenzie, en étudiant l'action du propyl iodure, de l'isobutyl iodure et de l' α -naphthylbromure de Mg sur le benzoylformate de *l*-menthyle, a effectué dans chaque cas la synthèse asymétrique d'un acide *l*-glycolique substitué. — M. A. J. Walker et M^{lle} E. Smith ont préparé, par la méthode de Jesurun modifiée, l'acide *o*-cyanobenzènesulfonique, CAZ. C⁶H₄.SO³H, F. 279°. Son chlorure est réduit par Zn avec formation d'acide sulinique CAZ.C⁶H₄.SO³H, F. 226°, 3-228°. — M. P. Haas, en condensant la diméthylhydrosorbonne avec la phénylénediamine, a obtenu deux composés, l'un avec une molécule de diamine (CIP²C⁶H₄.OH).AzH.C⁶H₄.AzH², l'autre formant une amine disubstituée (CIP²C⁶H₄.OH).AzH.C⁶H₄.AzH.OH.C⁶H₄.CIP²). — M. C. C. Ahlum, étant donnée l'inapplicabilité des indicateurs dans la titration d'un acide libre en présence de sels de fer, propose de précipiter ceux-ci par le phosphate biacide de soude et de titrer le filtrat par la soude. On corrige la valeur obtenue de la quantité d'acidité mise en liberté par la précipitation des sels de fer, qui est directement proportionnelle à la quantité de fer ferrique. — M. S. E. Sheppard, étudiant la théorie du développement alcalin, montre qu'à une concentration modérée une molécule d'hydroxylamine réduit une molécule de sel d'argent, et deux aux grandes dilutions, tandis qu'une molécule de H²O² ne réduit jamais qu'une molécule de sel d'argent. — M. A. Neville, en traitant le benzylacétoacétate d'éthyle par H²SO⁴ concentré, a obtenu l'acide 3-méthylindène-2-carboxylique, qui, réduit par l'amalgame de Na, donne l'acide 2:3-dihydro-3-méthylindène-2-carboxylique. Ce dernier est résolu en ses deux constituants actifs par cristallisation fractionnée avec la *l*-menthylamine. L'acide droit, dont le sel est moins soluble, fond à 86°; $\alpha_D^{20} = +76.86$ dans le benzène. L'acide gauche a les mêmes constantes.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 10 Janvier 1906.

M. H. B. Dixon expose l'état actuel des recherches sur l'union du chlore et de l'hydrogène, en particulier les siennes propres sur la vitesse de l'explosion et celles de Chapman et Burgess sur la période d'induction.

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Février 1906.

M. J. K. H. Inglis, étudiant les pertes de nitre dans les chambres de plomb, arrive aux conclusions suivantes : 1° De très faibles quantités seulement de peroxyde et de trioxyde d'azote sont réduites en oxyde Az²O dans les chambres à acide sulfurique; 2° Environ les 50 % de la perte totale de produits azotés sont dus à l'absorption incomplète d'Az²O³ et AzO³ dans les tours de Gay-Lussac. — M. M. Chika hige a employé du gaz à l'eau carburé pour le chauffage avec les bunsens. Le gaz est préparé en injectant des huiles de pétrole lourdes avec de la vapeur dans le générateur de gaz à l'eau rempli de coke rouge. Il brûle bien; il en faut un peu plus que de gaz d'éclairage ordinaire pour donner à même flamme. Il n'a pas plus d'action sur les vases de cuivre, de platine ou de porcelaine que le gaz ordinaire; il faut toutefois éviter que ces récipients touchent le cône intérieur de la flamme. — MM. O. Silberrad et

B. J. Smart ont constaté qu'à l'exception du sulfate d'hydrazine, les réactifs qui servent à détruire l'acide nitreux sont très inertes vis-à-vis de ce corps en présence d'acide nitrique concentré, tandis qu'ils agissent rapidement en solution diluée. Il semble donc que la réaction a lieu entre l'acide nitreux et les ions formés par les sels d'amine ou d'amide, et non avec le sel même.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Janvier 1906.

M. W. Thomson rappelle que les fabricants de drap gris fortement collés s'aperçoivent de temps en temps qu'en laissant la chaîne sur le métier pendant la nuit les peignes se rouillent et qu'en recommençant à tisser le matin une bande de rouille de 3 à 9 pouces se forme en travers de chaque pièce de drap. Ce phénomène est attribuable à une impureté d'un des constituants de la charge; le chlorate de potassium ou de sodium existant dans le chlorure de zinc. Ce chlorate a été ajouté en excès au chlorure de zinc pour oxyder les sels ferreux qu'il contient. L'auteur montre que le chlorate peut être remplacé comme oxydant par le bioxyde de manganèse, le bichromate de potassium ou l'acide chromique, le peroxyde de sodium; les substances formées dans ces cas n'ont pas le pouvoir de rouiller les peignes. — M. L. G. Radcliffe a redéterminé les constantes de la cire de Carnauba; il a trouvé : F. 84° C.; indice d'acide 2,9; indice de saponification 88,3; indice d'éther 85,4; indice d'iode 13,7.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 1^{er} Février 1906.

M. Mertens adresse une Note sur la forme des racines d'une classe d'équations solubles dont le degré est une puissance à nombre premier. L'auteur y étudie les racines d'une équation algébrique possédant un groupe métacyclique dans un champ de Galois.

Séance du 8 Février 1906.

M. Frobenius présente deux Mémoires, rédigés en collaboration avec M. I. Schur, sur les représentations réelles des ensembles finis et sur l'équivalence des ensembles de substitutions linéaires respectivement. Dans le premier, il démontre qu'un ensemble fini de substitutions linéaires est toujours (et alors seulement) équivalent à un ensemble réel, si ses substitutions transforment en elles-mêmes une forme carrée à déterminant non disparaissant. Dans le second, il fait voir que deux ensembles isomorphes de substitutions linéaires renferment toujours (et alors seulement) les mêmes composés irréductibles si chaque groupe de deux substitutions se correspondant possède la même trace. — M. J. H. van't Hoff présente un nouveau Mémoire sur la formation des dépôts de sels océaniques, traitant de celle du chlorure de calcium, due à la double décomposition du chlorure de potassium et de l'anhydrite, décomposition accompagnée de la formation du calcio-pentasulfure de potassium.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 26 Janvier 1906.

MM. F. Ladenburg et E. Lehmann présentent un manomètre en verre qu'ils viennent de construire, d'après le principe de la spirale de Bourdon, au cours de leurs recherches sur le spectre d'absorption de l'ozone concentré. Par suite de l'altération considérable que subissent le mercure et la plupart des autres métaux sous l'action de l'ozone, il fallait, en effet, renoncer à l'emploi de baromètres métalliques ou à mercure. Les tubes en verre recourbés à la façon d'une spirale de Bourdon dont se servent les auteurs sont à parois très minces et à section plate; ils se prêtent parfaitement aux lectures par microscope. En se servant d'un

miroir, on augmente beaucoup la sensibilité de l'instrument, qui, pour une distance de l'échelle de 1 mètre, donne des différences de pression de 1/20 à 1/30 de millimètre. Ce manomètre rendra des services aussi dans le cas où l'on ne disposerait que de petites quantités de gaz, comme par exemple en déterminant les densités de vapeurs. — M. H. Geitel rend compte de récentes recherches sur l'ionisation spontanée de l'air et d'autres gaz, démontrant l'intérêt tout particulier que présente le phénomène si familier de la déperdition de l'électricité. Ce phénomène est, en effet, dû en partie aux processus radio-actifs se passant dans la terre, dans la matière des bâtiments et des appareils, ainsi que dans l'atmosphère, processus qu'il faut attribuer à leur tour, pour une certaine part au moins, à la diffusion générale des éléments radio-actifs proprement dits. Il convient, cependant, de tenir compte également des radiations émanant de substances autres que celles considérées comme radio-actives; il semble, en effet, qu'on doive regarder ces radiations comme étant essentiellement identiques aux premières, attribuant ainsi une radio-activité proprement dite, c'est-à-dire une puissance radiante due à l'énergie intratomique, à des éléments autres que l'uranium, le radium, le thorium, l'actinium et leurs descendants. D'autre part, il ne faut pas écarter cependant l'hypothèse de rayons d'origine non radio-actifs qui, eux aussi, joueraient un certain rôle dans l'ionisation spontanée des gaz. Les expériences récentes de M. J. J. Thomson ont, en effet, fait voir que les métaux alcalins émettent des rayons cathodiques, non pas seulement à la lumière comme on le savait depuis quelque temps, mais encore à l'obscurité, tant à l'état solide qu'à celui de vapeur. Or, ces substances ne sont pas radio-actives dans l'acceptation proprement dite du mot, leurs radiations n'étant pas liées à l'atome lui-même.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Février 1906.

4^e SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. C. Kapteyn : *Sur la parallaxe des nébuleuses.* Jusqu'à présent, on ne sait rien de la distance des nébuleuses. Elles ne se prêtent pas à des mesures exactes : ainsi l'idée de la détermination directe de leurs parallaxes est exclue. Toutefois, leurs mouvements propres (m. p.) pourraient servir à obtenir bientôt des notions un peu plus précises sur leurs distances. Les déterminations spectroscopiques de vitesses radiales ont démontré que les vitesses des nébuleuses sont du même ordre de grandeur que celles des étoiles. Aussi est-ce que l'on connaît la m. p. astronomique d'une nébuleuse quelconque, on pourra en conclure avec quelque vraisemblance que la distance de cette nébuleuse est égale à celle des étoiles présentant le même m. p. Malheureusement, jusqu'à présent, on n'a pas constaté avec certitude la m. p. d'une nébuleuse. Cela ne prouve pas que ce m. p. soit nécessairement petit. Le temps pendant lequel on a fixé les positions des nébuleuses est extrêmement faible et les erreurs d'observation sont assez grandes. L'effet de ces erreurs sur le m. p. peut très bien s'élever à 0'2, ou 0'3, ou même plus encore. On peut essayer de diminuer l'influence des erreurs d'observation en remplaçant les m. p. individuels par le m. p. moyen de plusieurs nébuleuses. Ce m. p. moyen pourrait être comparé au m. p. moyen de différentes classes d'étoiles dont on connaît à peu près la distance moyenne, ou bien à la vitesse radiale moyenne des nébuleuses déterminée spectroscopiquement. Il est vrai qu'en général on n'augmente l'exactitude que très faiblement en se servant de la valeur moyenne de plusieurs résultats observés. Cette difficulté disparaît si, au lieu de se servir du m. p. total, on se borne à une composante déterminée, offrant, dans les deux sens opposés l'un à l'autre, des signes contraires, par exemple, si l'on s'occupe de la

composante dans le sens de l'antiapex. Si l'on représente par h le mouvement linéaire du Soleil, par φ la distance d'une nébuleuse à notre système solaire, par λ la distance angulaire de la nébuleuse à l'apex du mouvement solaire, par ν et τ les composantes du m. p. observées dans la direction de l'antiapex et normale à cette direction, par p la composante du m. p. particulier vers l'antiapex, on trouve pour le m. p. parallactique $\frac{h}{\varphi} \sin \lambda = \nu - p$. En appliquant cette relation à un certain nombre de nébuleuses, les p disparaîtront du résultat moyen, de manière qu'on trouve une valeur déterminée pour le montant de $\frac{h}{\varphi}$, la parallaxe séculaire moyenne. L'auteur a essayé d'obtenir ainsi une idée grossière de la distance des nébuleuses; jusqu'à présent, le travail pénible de cette étude l'en a empêché. Depuis, le Dr Monnichmeyer, assistant à l'Observatoire de Bonn, a diminué considérablement la difficulté d'une telle recherche en publiant un catalogue indiquant les places exactes de 208 nébuleuses (*Publications de l'Observatoire royal de Bonn*, n° 1). En se bornant à 168 nébuleuses, déterminées avec plus de précision, l'auteur trouve pour la parallaxe annuelle moyenne $0''.0017 \pm 0''.0012$ par rapport à des étoiles de comparaison de la grandeur 8,75. Il en déduit la parallaxe absolue $0''.0016 \pm 0''.0012$, valeur s'accordant assez bien avec la parallaxe moyenne des étoiles de la grandeur 10. — M. P. H. Schoute présente la thèse de M. P. Middel : « De trisectie van den hoek » (La trisection de l'angle, aperçu des constructions approximatives).

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. W. Bakhuizen Roozboom présente, au nom de M. J. J. van Laar : *Sur l'allure des lignes de fusion de compositions dissimilaires partiellement dans la phase fluide, pour des proportions quelconques des produits de dissociation.* Un mélange fluide de deux composantes A, B, capable de former une substance composée A_nB_m , atteint son point de congélation maximum, si la proportion des quantités moléculaires des deux composantes est de ν_1 à ν_2 , c'est-à-dire quand il n'y a pas d'excès d'un des deux produits de dissociation. Donc, si l'on détermine les points de congélation d'une série de mélanges fluides de A, B, et de leur composé A_nB_m , à excès x d'un des deux produits de dissociation, la ligne de fusion correspondante sera caractérisée par la propriété $\left(\frac{dx}{dx}\right)_0 = 0$. La ligne de fusion admet, au point $x=0$, une tangente horizontale. Ici l'auteur fait voir que cette direction initiale se transforme d'autant plus vite dans une direction inclinée que la dissociation est moindre, propriété prouvée par M. H.-R. Lorentz en 1892, à propos d'une étude de M. W. Stortenbecker, et par M. J. D. van der Waals, en 1897, à propos d'un résultat de M. H. Le Châtelier (*Rev. gén. des Sciences*, t. VIII, p. 399).

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. K. Martin : *Dépôts d'eau douce et d'eau de mer de la rivière Silat dans le Bornéo occidental.* — M. F. A. F. C. Went présente aussi au nom de M. A. A. Blaauw : *L'apogonie chez le Dasyllirion acrotichum Zuer.* Description de la floraison d'un exemplaire de *Dasyllirion acrotichum* faisant partie des *Liliacées* arborescentes du Mexique. — Rapport de la Commission pour l'érection d'une institution pour l'étude du cerveau. Rapporteurs : MM. L. Bolk, Th. Mac Gillvary, E. Rosenberg, C. Winkler, J. W. van Wyhe, — M. C. A. Pekelharig présente, au nom de M. J. H. F. Kohlbrugge : « Die Gehirnfurchen der Javanen, ein vergleichend-anatomische Studie » (Les sillons cérébraux des habitants de Java, étude d'anatomie comparée). P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris — L. MARETHUX, imprimeur, 1, rue Casselle.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Pierre Curie. — Aucun deuil ne pouvait frapper plus cruellement la Science que la mort du grand physicien, de l'homme simple et bon que fut Pierre Curie. Mais cette mort emprunte, aux circonstances accidentelles dans lesquelles elle se produisit, quelque chose de particulièrement douloureux, ajoutant comme une révolte au frisson d'émotion qui parcourait le monde lorsque la nouvelle en fut connue. Le nom de Curie n'était pas, en effet, honoré des seuls hommes de science ; dans la France entière, à laquelle il avait apporté un peu plus de gloire, il était un des plus aimés. Au dehors, pour qui connaissait la révolution apportée à nos idées par ses découvertes, il était tenu à l'égal des plus grands.

Pierre Curie avait eu le rare privilège de trouver, dans l'admirable compagnie de sa vie, une collaboratrice partageant tout son labeur et toutes ses pensées, partageant aussi, en toute justice, la gloire de son nom. Qu'il nous soit permis de lui dire avec quelle poignante émotion nous prenons part à sa douleur, avec quelle tristesse nous nous associons à son deuil.

La *Revue* consacrera prochainement une étude détaillée à la vie et à l'œuvre de Pierre Curie.

§ 2. — Astronomie

Le nombre des étoiles. — On sait les importants travaux suscités par le dénombrement des étoiles et les lois de leur répartition, et ce qu'il faut connaître, avant tout, dans ces recherches, à savoir leur classification précise par grandeurs distinctes. Au début, avec Hipparque et Ptolémée, l'élément unique d'appréciation pour les six classes adoptées réside dans le temps qu'une étoile, en le conchou du Soleil et l'apparition d'une étoile; mais le problème s'élargit bientôt. Après l'invention des lunettes, et avec Flamsteed, nous assistons aux premières comparaisons exactes. La méthode des séries de J. Herschel fait faire un pas sensible à la question, ainsi que le fractionnement des classes d'Argelander, encore qu'il reste un point délicat dans le retour aux étoiles visibles à l'œil nu, ou dans le passage inverse. Aujourd'hui, la méthode des degrés et ses dérivées est assez généralement employée, et l'on est

d'accord pour une *échelle normale* dans laquelle rentre notre propre Soleil : la grandeur d'une étoile s'obtient alors en multipliant la valeur logarithmique de son éclat par un coefficient constant, 2,5; mais il ne faut pas oublier que, à la base même de cette échelle, figure un coefficient qui résulte des étoiles faibles et qui est adopté d'une manière uniforme pour une simple facilité de calcul.

Le nombre des étoiles d'une classe de grandeur serait sensiblement quadruple de celui de la classe immédiatement supérieure en éclat; après Gould, on apprécie à 12.000 à 14.000 le nombre maximum des étoiles visibles à l'œil nu sur toute la sphère céleste, pour un œil très exercé bien entendu, ce qui correspond aux étoiles plus brillantes que la septième grandeur. Quant à leur distribution même par fuseaux, elle est encore aussi capricieuse que mystérieuse, et nous ne saurions songer à donner ici un aperçu résumé des multiples et intéressantes conclusions qui en découlent.

Dans le *Popular Astronomy*, G. Burns a voulu reprendre l'étude du nombre des étoiles contenues dans le ciel entier; il donne les déductions de ses calculs sur les divers catalogues existants; d'après les plaques prises dans la zone de Greenwich pour la carte du ciel, il conclut qu'il y a 38 étoiles plus brillantes que la deuxième grandeur, 13.421 plus brillantes que la septième, et 8.325.000 plus brillantes que la quinzième. Le point important de la discussion est le suivant : d'une grandeur à celle qui la suit, le nombre des astres croît dans le rapport 3,4 jusqu'au voisinage de la sixième grandeur; là, d'après l'auteur, ce coefficient tomberait brusquement à 1,9, valeur acceptable jusqu'à la quinzième grandeur.

Faut-il voir là une nouvelle présomption en faveur de l'hypothèse que les étoiles se rarent suivant la proportion de leur distance? Au premier abord, certainement; bien qu'il soit assez étrange que notre système redevienne ainsi une sorte de *centre* important. Mais, d'autre part, il ne faut pas oublier que l'auteur suppose une répartition stellaire uniforme — fait en contradiction formelle avec l'observation, même approchée. Puis il est encore un point plus troublant dans les travaux de D. Gill et Turner relatifs aux distributions elles-mêmes des étoiles : le premier, en comparant les catalogues du Cap, de Madras et de Cordoba,

crut pouvoir énoncer que l'ensemble des étoiles fixes brillantes est animé d'un mouvement de rotation par rapport à l'ensemble des étoiles faibles; le second en conclut que l'équation de grandeur, déduite des mesures photographiques, dépendrait alors de l'époque de la pose, — ce qu'il ne pense pas, car l'anomalie signalée dans une zone se retrouve dans une autre, mais en sens inverse.

Pour concilier les deux opinions, on peut abandonner l'idée d'une rotation d'ensemble et admettre que, dans la région de la Voie lactée, les étoiles faibles sont plus près de nous que les brillantes. Ces questions, on le voit, sont connexes, et il ne sera guère possible, à présent, de séparer l'étude de la distribution de celle du dénombrement des astres; mais les nouveaux résultats signalés sont du plus haut intérêt et prouvent l'utilité de reprendre la question avec les données les plus complètes possibles.

Vitesses radiales. — Il est peu de questions d'Astro-physique plus intéressantes que celle de la détermination des vitesses radiales, et c'est certainement une de celles qui nous éclaireront le plus utilement sur la constitution des nébuleuses et des amas; dans quelle mesure ces groupements constituent-ils des systèmes physiques? et faut-il croire, avec quelques auteurs autorisés, à la grande extension de certaines apparences comme les nébuleuses en spirale?

A cet égard, la nébuleuse d'Orion avec le trapèze stellaire est un excellent champ d'études; or, alors que Keeler trouvait une moyenne de 17,7 kilomètres, les mesures de Frost et Adams indiquent une moyenne générale sensiblement supérieure de 18,5 kilomètres; toutefois, une de leurs meilleures plaques ne révèle que 14 kilomètres par seconde de vitesse radiale. Enfin, deux des étoiles Bond indiquent respectivement pour vitesses moyennes 20 et 18 kilomètres. Le problème, on le voit, se complique, et l'étude d'autres systèmes du type Orion montre assez clairement que la vitesse radiale ne peut pas être considérée aujourd'hui comme un élément rigoureusement constant; cependant, il faut la connaître avec quelque précision, à un moment donné, et dans ses variations, pour pouvoir trancher de la communauté physique d'astres voisins.

Les mesures faites à Yerkes, par Adams, sur le groupe des Pleiades, laissent entrevoir la même difficulté parmi les vitesses radiales :

	N° DE BESSEL	GRANDEURS	VITESSE MOYENNE
Electra. . . .	17	Taureau.	3,8 + 15 kilom.
Taygete	19	—	4,1 + 3 —
Méropé	23	—	4,2 + 6 —
Alcyone	25	—	3,0 + 15 —
Atlas	27	—	3,8 + 13 —

On peut vraiment se demander si Taygète et Méropé sont physiquement liées à la nébulosité environnante.

Ce sont d'importantes recherches dont le caractère se complique de jour en jour, mais dont la haute portée se précise, et dont il est légitime d'attendre les plus intéressants résultats.

§ 3. — Géodésie

La base géodésique du Simplon. — L'ensemble des importants travaux entrepris par la Commission géodésique suisse, à l'occasion du percement du Simplon, vient d'être complété par la mesure directe de la longueur du tunnel, pris comme base géodésique, entre les observatoires de Brigue et d'Iselle, institués pour le contrôle de l'alignement du tunnel, et conservés pour les travaux astronomiques complémentaires. La distance des deux observatoires est un peu supérieure à 20 kilomètres, ce qui fait, de la base mesurée, la plus longue dont les géodésiens aient disposé jusqu'ici. Mais cette détermination tire son principal intérêt d'autres éléments, dont les plus importants sont

les suivants : La base du Simplon est la première dans laquelle une voie ferrée ait été directement utilisée pour le placement des appareils; pour la première fois aussi, les travaux sont effectués entièrement à la lumière artificielle; cette base est la première dont les extrémités soient situées sur les flancs opposés d'un puissant massif montagneux, et comprennent entre elles des déviations inverses de la verticale. Enfin, pour la première fois aussi, sur une grande base, le travail est poursuivi sans arrêt, de manière à éviter les erreurs provenant du repérage et de la reprise sur le terrain.

Le travail continu était, d'ailleurs, imposé par la durée extrêmement restreinte pendant laquelle, pour des raisons évidentes, le tunnel avait été mis, par l'Administration des Chemins de fer fédéraux, à la disposition de la Commission géodésique suisse, qui a accompli l'effort sans précédent consistant à mesurer 40 kilomètres en cinq jours. Le travail a été fait par trois équipes, se relayant de huit heures en huit heures, sous le commandement de MM. R. Gautier, directeur de l'Observatoire de Genève, A. Riggenschach, professeur à l'Université de Bâle, M. Rosenmund, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale, membres de la Commission géodésique suisse. La direction générale des travaux avait été confiée à M. Ch.-Ed. Guillaume, qui avait étudié les dispositifs spéciaux pour les mesures de nuit sur une voie ferrée, appliqués aux appareils imaginés en commun avec M. J.-R. Benoit et construits par M. Carpentier. Le Gouvernement italien avait délégué, pour suivre les opérations, M. C. Nagel, ingénieur à Milan.

Les équipes, que des trains spéciaux amenaient au lieu du travail, étaient composées d'ingénieurs et d'élèves ingénieurs de quatrième année de l'Ecole Polytechnique fédérale; des ouvriers, engagés sur place, étaient employés pour le transport du matériel. L'éducation spéciale de tout le personnel avait consisté en une mesure de quelques centaines de mètres, sur une voie ferrée à Zurich, et en une demi-journée et une nuit de travail, pour chaque équipe, à Viège.

Les étalons de mesure étaient des fils d'acier nickel invar, de 24 mètres de longueur, dont la valeur, déterminée au Bureau international des Poids et Mesures, avant et après la mesure du Simplon, s'est montrée remarquablement constante.

La traversée du Rhône, qui sépare l'Observatoire de Brigue de l'entrée du tunnel, a été effectuée à l'aide d'un fil de 72 mètres, qui s'est très bien comporté.

Le résultat définitif de la mesure ne sera connu que dans quelques semaines, après l'achèvement des réductions. Mais un calcul provisoire a déjà montré que l'écart des mesures à l'aller et au retour est inférieur à 3 millimètres, quantité si petite qu'on est conduit à attribuer en partie à une heureuse chance cette extraordinaire concordance. Cependant, les six points intermédiaires, marqués par des repères fixés sur les traverses de la voie, ont été retrouvés tous au retour à quelques millimètres près des positions déterminées à l'aller.

Le succès de l'entreprise, en quelque sorte téméraire, de la Commission géodésique suisse ouvre dans la détermination des bases géodésiques une voie nouvelle. La perspective du percement de quelques grands tunnels donnera aux géodésiens de prochaines occasions de renouveler cette expérience d'un très grand intérêt.

§ 4. — Météorologie

La prévision du temps. — M. Durand-Gréville a fait à la Société Belge d'Astronomie une importante communication sur les lois des grains et des orages, et la prévision du temps. Il décrit d'abord tous les phénomènes qui accompagnent les diverses espèces de grains : le grain blanc, le grain argé, le brickfielder d'Australie, le blizzard des Etats-Unis, le norther du Texas, etc., définit le barogramme et le thermogramme de grain, le ruban de grain, la ligne de grain et montre,

à l'aide de projections, des photographies et des croquis de grains, de nuages de grêle, etc. L'auteur dit qu'il suffirait d'une entente entre les observatoires, qui se signaleraient le passage des lignes de grain, allant toujours de l'ouest à l'est, avec une vitesse à peu près la même, pour que l'on sût à douze, vingt-quatre et même trente-six heures à l'avance s'il faut s'attendre à un simple grain ou à un orage, suivant les circonstances locales.

Il faudrait, pour cela, que toute station météorologique d'Irlande, de Bretagne et de l'Europe occidentale sur laquelle passerait un grain violent fit connaître télégraphiquement au Bureau Central de Paris l'heure du passage de ce grain. Une dizaine de télégrammes permettraient au Bureau Central de Paris de déterminer la forme de la ligne de grain et la vitesse de sa marche et, par conséquent, d'envoyer aux villes situées plus à l'est des télégrammes ainsi conçus : « A telle heure — à un quart d'heure près — un grain de vent violent passera sur vous. »

Ce serait l'affaire des météorologistes locaux de voir, selon l'état de l'atmosphère, l'heure et la saison, si le passage de ce grain menacerait en même temps d'éveiller des averses de pluie ou de grêle et des orages, ou même, si un service pareil s'établissait aux Etats-Unis, des trombes et des tornades.

Le principe général est simple, malgré les complications causées par l'existence des rubans de grain complexes ou multiples. Il suffirait peut-être, pour éviter la perte de nombreux millions, de dépenser, par an, une centaine de francs dans chaque pays, en attendant que l'on eût obtenu de chaque Etat la gratuité des télégrammes météorologiques en dehors des heures réglementaires. On sait la part brillante que prit M. Durand-Greville au récent concours de Liège; ses travaux viennent puissamment en aide à la méthode classique, et contribuent à répandre largement dans le public le vif désir de voir se perfectionner la science de la prévision du temps; nous devons donc nous louer à tous points de vue de ces importantes recherches, et pour la bonne diffusion scientifique, et pour secouer l'apathie des Gouvernements en vue d'une entente générale dont il est permis d'attendre les résultats les plus féconds.

§ 3. — Physique

Un nouveau procédé photographique d'enregistrement des indications des instruments de physique. — M. R. Ninfuhr¹ vient d'imaginer un procédé fort pratique pour enregistrer les indications des météorographes emportés par les ballons non montés, mais qui se prête également à l'observation de l'allure d'instruments de physique de toutes sortes (vibrations d'un diapason, etc.). L'auteur remplace le papier ordinaire ou la feuille d'aluminium dont on s'est jusqu'ici servi par du papier photographique enveloppé avec beaucoup de soin sur un tambour et qu'il enduit d'une couche uniforme de suie. Les empreintes faites sur ce papier à l'aide d'un crayon pointu, ayant été exposées à l'action de la lumière, prennent une teinte sombre qu'on fixe au bain de virage, tandis que les endroits couverts de suie, étant à peu près insensibles à la lumière, gardent la teinte blanchâtre qu'ils prennent une fois la suie enlevée par un lavage à grande eau.

Le procédé précité serait d'une précision extrême, permettant de reproduire les moindres détails.

Les équations d'état dans leurs rapports avec la Thermodynamique. — Dans un Mémoire récemment publié par M. A. Byk², l'auteur démontre la nécessité de l'existence d'une équation d'état de la forme $p = f(v, T)$, en se basant sur les deux théorèmes

fondamentaux de la Thermodynamique et sur certains phénomènes se produisant dans le vide.

Après avoir fait voir que la température d'une substance homogène est déterminée par sa masse, son volume et son énergie (la définition de la notion de température étant basée sur l'électromagnétisme), M. Byk présente un cycle susceptible de conduire à un désaccord avec le second théorème fondamental, dans le cas où la température ne serait pas donnée pour une masse, une énergie et un volume constants.

Ce cycle est réalisé, non pas sur une substance matérielle (pour laquelle l'existence d'une équation d'état devrait être présupposée), mais sur un vide rempli de radiations, la relation entre la pression de radiation et la densité d'énergie étant appelée « équation d'état du milieu vide ». En raison de la simplicité des caractères du vide, ce cycle, l'auteur le démontre, a lieu sans la moindre variation externe, toutes les fois qu'on le produit dans un vide absolument libre de radiation (« absolument froid »).

Les seules modifications externes qu'on puisse imaginer dans ce cas sont, en effet : 1° les variations électromagnétiques (qui cependant, en l'absence de toute énergie électromagnétique, ne peuvent se produire); 2° les changements du champ de gravitation dû au système dans le vide. Or, ce champ ne saurait éprouver aucune variation, vu la proportionnalité démontrée par l'expérience entre les masses inertes et gravitantes.

L'auteur fait voir ensuite la forme de l'équation d'état, en tenant compte de la composition chimique de la substance; c'est ainsi qu'il démontre l'identité des deux formes proposées par Nernst et Planck respectivement.

§ 6. — Électricité industrielle

Un dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons. — Depuis que s'est généralisé l'emploi de la télégraphie sans fil, on s'est posé la question de savoir si l'énergie électrique ne pourrait être, aussi sous forme de force motrice, transmise à distance sans l'intermédiaire d'un fil conducteur, pour exécuter à destination un travail déterminé. La différence entre ce problème et celui de la télégraphie sans fil n'est, on le voit, que d'un ordre quantitatif; tandis que, dans la télégraphie, il s'agit de franchir des distances aussi grandes que possible, avec un travail minime à la station réceptrice (grâce à des appareils très sensibles), le problème de transmission sans fil de la force motrice demande la propagation aussi peu affaiblie que possible, à des distances modérées, de quantités d'énergie très considérables.

Dans bien des cas, l'on préférera cependant réduire à un minimum le travail à exécuter par les ondes électriques, qui n'auront à actionner qu'un relais, déclenché à son tour l'opération voulue.

M. Branly, à qui l'on doit le principe fondamental de la télégraphie sans fil, a présenté, l'année dernière, à l'Académie des Sciences de Paris, un dispositif de ce genre, fort ingénieux, au moyen duquel on actionne ou arrête par exemple un moteur éloigné. Un autre appareil, désigné sous le nom de « télékino » par son inventeur, M. Torres Quevedo, un ingénieur espagnol, qui vient de l'essayer avec un succès parfait à Bilbao, attire en ce moment l'attention. Cet appareil est destiné à diriger du rivage les mouvements d'un vaisseau ou à commander de terre le vol d'un aérostat, sans aucune liaison matérielle. On comprend sans peine le parti qu'on pourra en tirer, par exemple pour le pilotage des vaisseaux à l'entrée des ports.

L'appareil comprend deux parties, à savoir : un dispositif ordinaire de télégraphie sans fil et le télékino proprement dit.

La station de départ dont on s'est servi dans les expériences de Bilbao se trouvait à la terrasse du Club Maritime Royal. Le bateau qu'il s'agissait de diriger portait la station d'arrivée, où les ondes hertziennes,

¹ *Annalen der Physik*, n° 3, 1906.

² *Annalen der Physik*, n° 3, 1906.

regues par un fil aérien (antenne), étaient transmises à un petit tube rempli de linoléum. Cette dernière, devenant bonne conductrice au contact des ondes, donnait passage à un courant électrique, faisant basculer un électro-aimant. C'est ainsi qu'à chaque étincelle produite à la station de départ correspondait une petite oscillation d'un des trois électro-aimants installés à bord du bateau, lesquels, avec les dispositifs mécaniques actionnant l'hélice et le timon, formaient le « télékino » proprement dit. L'électro-aimant central reproduisait les signaux, tandis que les deux autres servaient à effectuer les différentes manœuvres.

L'inventeur a essayé, en premier lieu, de renforcer et d'agrandir les oscillations engendrées par le dispositif de télégraphie sans fil, et d'emmagasiner leur force vive dans des accumulateurs spéciaux, pourvus de deux dérivations vers l'hélice et le timon respectivement. Cela fait, il ne s'agit plus que d'ouvrir ou de fermer l'un ou l'autre de ces circuits au moment voulu. Les vibrations engendrées par l'électro-aimant central actionnent un petit échappement, avançant d'une dent à chaque vibration, et qui ouvre et ferme automatiquement les deux circuits précités. Les différentes pièces de ce mécanisme, après avoir exécuté les mouvements ordonnés par la station de départ, retournent d'elles-mêmes à leurs positions initiales, prêtes à fonctionner à nouveau.

Les différentes manœuvres que M. Quedvedo fit exécuter à son bateau, depuis la station du Club, où il se trouvait, ont été d'une exactitude et d'une sécurité surprenantes; le bateau se mouvait dans la direction voulue, comme par enchantement, obéissant à l'appareil directeur comme à une baguette magique.

Le « télékino » se prêterait, entre autres, au sauvetage des naufragés et à la défense des ports maritimes. Par l'utilisation de son appareil, l'inventeur, visant surtout les emplois militaires, espère rendre la défense des côtes d'Espagne plus efficace qu'elle ne l'est actuellement.

Alfred Gradenwitz.

§ 7. — Chimie physique

La production de l'hélium aux dépens du bromure du radium. — Pour démontrer, d'une façon simple, la production de l'hélium aux dépens du bromure de radium, M. F. Giesel¹ se sert de deux tubes de Geissler à électrodes d'aluminium, tubes qu'il remplit directement et en évitant toute entrée d'eau, chacun de 50 milligrammes de bromure de radium exempt d'eau et où il fait un vide aussi parfait que possible. Il essaie ainsi d'éviter la production d'un mélange détonant d'oxygène et d'hydrogène et de constater si la présence de l'eau est d'une importance quelconque pour la formation de l'émanation et de l'hélium.

L'un de ces tubes, d'une capacité d'environ 5 centimètres cubes, contenait dans un raccord latéral le sel exempt d'eau, mais qui n'avait pas passé par la fusion. L'autre tube, d'une capacité de 15 centimètres cubes environ, contenait un fil de platine portant le sel de radium attaché par fusion. Dans le premier tube, la raie d'hélium D_3 $\lambda = 587,6$ s'est manifestée après deux mois; après six mois, la raie $\lambda = 502$ et, bien qu'avec une extrême faiblesse, les raies $\lambda = 495, 470, 466$, sont venues s'y ajouter. Quant au second tube, la raie D_3 est jusqu'ici seule visible.

Ces tubes peuvent être actionnés pendant un intervalle illimité avec du courant induit, sans qu'il se produise le moindre affaiblissement du spectre de l'hélium. Leur enceinte est bien moins active que le mélange détonant provenant de solutions de radium; il semble que l'émanation soit fortement retenue par le sel desséché.

§ 8. — Sciences médicales

Manière de rendre les mines de houille réfractaires à l'anquilostomiose. — Jusqu'ici, les seules mines considérées comme susceptibles d'être préservées étaient des mines salines ou des mines métallifères où s'infiltrait l'eau de mer, jusque sous laquelle on les exploitait. M. Manouvriez, membre correspondant de l'Académie de Médecine, vient de montrer² que cette cause d'immunité peut aussi se trouver réalisée dans certaines houillères, situées à l'intérieur des terres, où des eaux salées filtrent de vastes poches souterraines, reliquats d'anciennes lagues des époques géologiques, qui, sur quelques points, comme dans le bassin d'Anzin, s'étendent au-dessus du terrain carbonifère. D'après des expériences toutes récentes, la salure de ces eaux, 2 % et un peu moins, suffit pour tuer les larves nouveau-nées d'anquilostome.

Et, de fait, les fosses à eaux salées n'ont jamais été infestées; par contre, ces eaux n'ont jamais été rencontrées dans aucune des fosses infestées. La constatation de ces faits a mis l'auteur sur la voie d'un mode de préservation des mines, dont on s'était trop hâté de considérer la recherche comme illusoire; cette préservation paraît, en effet, pouvoir être obtenue par stérilisation du milieu souterrain, en provoquant une sorte de morbi-natalité des larves nouveau-nées. Les mesures proposées dans ce but sont la projection de sel dénaté, pour les mines humides, et la pulvérisation d'eau salée à 2 %³, pour les mines à poussières charbonneuses explosives ou rocheuses phlogisogènes.

La glace à rafraîchir. — M. Laveran⁴ vient de faire adopter par le Conseil d'Hygiène un nouveau texte réglementant le commerce de la glace à rafraîchir. Désormais, il sera interdit de vendre ou de livrer à la consommation pour les usages alimentaires toute glace qui ne donnerait pas par fusion de l'eau potable. Sans doute, la fabrication de la glace dite industrielle ne sera pas défendue, mais elle devra être conservée dans des locaux séparés et portée dans des véhicules spéciaux. C'est sur ces bases que la Préfecture de Police prépare une nouvelle ordonnance, qui serait applicable dès l'été de 1906 et qui compléterait celle du 13 décembre 1899 : celle-ci avait déjà produit d'excellents résultats; la proportion des échantillons mauvais prélevés par le Laboratoire municipal était tombée de 50 à moins de 10 %; mais cette proportion est encore dangereuse pour la santé publique, car on sait que des microbes pathogènes, tels que celui de la fièvre typhoïde, peuvent rester vivants des mois entiers dans des blocs de glace. Il y a donc un grand intérêt pour la santé publique à voir édicter ce nouveau règlement.

§ 9. — Géographie et Colonisation

La question du caoutchouc. — La *Revue* a signalé dernièrement à ses lecteurs la création d'une Association caoutchoutière coloniale, à l'instar de celle qui s'est formée en faveur du coton. D'autre part, le Parlement a voté un crédit de 90.000 francs pour favoriser le développement de la culture du coton, du café et du caoutchouc.

Si la concurrence du Brésil rend problématiques les essais de plantation concernant le caféier, il en est autrement du coton et du caoutchouc, qui, sont, à l'heure actuelle, des produits d'avenir. Avec les progrès du cyclisme, de l'automobilisme et les emplois de toute sorte qui se multiplient dans l'orthopédie, la cordonnerie, les industries électriques, etc., le caoutchouc a pris dans la vie moderne une place qui grandit avec une rapidité surprenante. En 1882, la récolte était

¹ Dr A. MAXONVRIEZ de Valenciennes. Paris, Roussel 1906. 1 vol. in-8°, 28 pages.

² *Gaz. des Hop. de Paris*, 17 mars 1906.

³ *Beiblätter*, t. XXX, 1906.

l'environ 10.000 tonnes; en 1896, elle dépassait 15.000 tonnes; en 1901, elle s'est élevée à 37.000 tonnes. D'après MM. Brenier et Claverie, cette production mondiale se répartit de la manière suivante :

901. Brésil.	31.863.000	kilogs.
902-03. Autres Etats américains.	1.763.000	—
904. Asie.	1.229.000	—
901. Congo belge.	3.761.000	—
903-04. Afrique occidentale française.	6.954.000	—
903. Congo français.	3.370.000	—
903-04. Madagascar.	63.000	—
902-03. Autres Etats africains.	3.493.000	—

Malgré cet accroissement rapide de la production, les besoins croissent plus vite encore et les prix s'élèvent dans la même mesure. Le « Kassaï rouge » a monté à Aovers, entre 1902 et 1903, de 8 francs le dlog à 11 francs. A Paris, le « Para fin », qui valait en 1902 entre 8 francs et 10 fr. 50, s'était élevé, le 22 juin 1903, à 13 fr. 75 le kilog.

Une telle hausse de valeur a provoqué, d'une part, une exploitation très active, dont nous aurons à signaler les abus, et, d'autre part, un mouvement de recherches qui a révélé l'existence d'une prodigieuse variété de plantes à latex utilisable. C'est ainsi qu'au Brésil, dans l'immense selve que l'on pourrait croire épuisée, l'*Hevea* recule de plus en plus vers les hauts affluents de l'Amazonie; le marché de Para est très d'être supplanté par ceux de Manaos et d'Iquitos, à l'on peut se demander déjà si le caoutchouc du Brésil ne partagera pas un jour prochain le sort du minquina du Pérou! Plus près de nous, M. Auguste Chevalier signalait récemment la décroissance de la production dans l'ensemble de l'Afrique, par suite de l'exploitation brutale et irraisonnée à laquelle se livrent des indigènes et aussi des feux de brousse si fréquents¹.

Les beaux bosquets de lianes, écrit-il, qui existaient, l'n'y a pas longtemps encore, à proximité de beaucoup de villages de la zone soudanaise, sont la plupart épuisés ou anéantis ». Il faut donc substituer au régime de l'exploitation forestière irraisonnée le régime rationnel de la plantation. Les seules difficultés résident dans le choix des espèces et parfois aussi dans la question de la main-d'œuvre. C'est l'*Hevea*, l'arbre-type du Brésil, qui a donné jusqu'à présent les meilleurs résultats, comme qualité des produits et moindres frais de culture; il n'est pas étonnant que l'on ait cherché à élargir cette espèce de préférence. A l'heure qu'il est, l'*Hevea* couvre plus de 15.000 hectares dans la résquille malaise; à Ceylan, il est déjà si commun qu'il tend à remplacer le thé et prend le second rang après cette culture. Des essais se poursuivent dans notre colonie d'Indo-Chine, où l'*Hevea* semble devoir réussir. Les conditions géographiques seraient une température moyenne d'environ 28°, une atmosphère très humide avec répartition régulière des pluies, une altitude inférieure à 400 mètres. D'après M. Capus, le sud de l'Indo-Chine, avec l'Inde comme limite Nord, répondrait assez bien à ces exigences². Le *Ficus elastica*, plus rustique, aurait l'avantage de réussir jusque dans le Haut Tonkin.

Dans nos possessions africaines, les préférences de M. Aug. Chevalier vont d'abord à une essence indigène, le *Funtumia elastica*, qui donne d'excellents résultats au Cameroun et dans les colonies anglaises, puis à une espèce américaine, le *Ceara* (*Manihot Glaziovii*), qui réussit dans toute l'Afrique tropicale.

C'est principalement dans ce continent, plus encore au point de vue du coton qu'à celui du caoutchouc, que se pose la question de main-d'œuvre. L'opinion de

M. Chevalier est intéressante. Pour lui, le cultivateur indigène n'est pas ce paresseux méprisable qui ne travaillera que par contrainte, tel qu'on l'a si souvent représenté. « Quand on a vu, écrit-il, comme je viens de le constater, l'étape franchie en sept années par nos populations du Haut Niger, on est en droit d'attendre, de l'initiative même de ces peuples sagement administrés, les plus grands résultats. » Notre Association caoutchoutière coloniale a donc devant elle un champ d'activité plein de promesses pour le développement de la culture, l'approvisionnement de nos industries et l'extension de nos deux marchés du Havre et de Bordeaux³.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial
des jeunes filles de Fribourg (Suisse)

Le Service de l'Agriculture dans les Colonies. — Le Ministère des Colonies vient de réorganiser de la façon suivante le Service de l'Agriculture dans les colonies autres que l'Indo-Chine.

Dans chaque colonie existera un chef de service de l'Agriculture, relevant du Gouverneur. Le personnel comprendra des directeurs, des inspecteurs, des directeurs de Jardins d'essais ou de Stations agronomiques, et des agents principaux.

Les directeurs ne peuvent être choisis que parmi les inspecteurs de l'Agriculture de 1^{re} classe, comptant, dans cette classe, trois années au moins de service effectif aux colonies ou en mission.

Les inspecteurs sont choisis exclusivement parmi les sous-inspecteurs et directeurs de jardins d'essais ou de stations agronomiques de 1^{re} classe, comptant dans cette classe deux années au moins de service effectif aux colonies ou en mission.

Les sous-inspecteurs et directeurs de jardins d'essais sont choisis :

1^o Parmi les élèves diplômés de l'Institut national agronomique ou des Ecoles nationales d'Agriculture, de l'Ecole d'Horticulture de Versailles ou de l'Ecole d'Agriculture coloniale de Tunis, et pourvus du diplôme de l'Ecole supérieure d'Agriculture coloniale;

2^o Parmi les agents principaux de culture de 1^{re} classe comptant, dans cette classe, au moins une année de service effectif aux colonies ou en mission.

Les directeurs de stations agronomiques sont pris parmi les élèves diplômés de l'Institut national agronomique, des Ecoles nationales d'Agriculture, de l'Ecole centrale, de l'Ecole de Physique et de Chimie ou les licenciés ès sciences, et pourvus du diplôme de l'Ecole supérieure d'Agriculture coloniale.

Les agents principaux seront recrutés parmi les élèves de l'Ecole supérieure d'Agriculture coloniale, ou les élèves de l'Ecole d'Horticulture de Villepreux ayant accompli un stage d'une année au Jardin colonial de Nogent.

§ 10. — Congrès

Association des Anatomistes. — La huitième Réunion de l'Association des Anatomistes vient d'avoir lieu à Bordeaux, où plus de 60 membres, venus de France et de l'Etranger, ont reçu un accueil des plus aimables. Les trois journées de la session ont à peine suffi pour faire passer les nombreuses communications et démonstrations annoncées. L'Association a choisi Lille comme lieu de réunion pour sa prochaine session, qui se tiendra les 25, 26 et 27 mars 1907. Elle a désigné comme président M. le Professeur Haliez, comme vice-présidents MM. les Professeurs Debierre, Curtis et Van Gehuchten.

¹ A. CHEVALIER : La situation de l'Ouest africain. *Renseignements coloniaux* du Comité de l'Afrique française, n° 12, 1903.

² Bulletin économique de l'Indo-Chine, août 1903. Cf. également les *Annales de Géographie*, janvier 1906. Chronique géographique.

³ D'après l'*Indian Rubber World*, la consommation du caoutchouc aurait atteint, en 1901, 57.300 tonnes, dont 26.750 pour les Etats-Unis, 12.800 pour l'Allemagne, 10.030 pour l'Angleterre, 4.130 pour la France, 1.320 pour l'Autriche-Hongrie, 1.218 pour la Hollande, 718 pour la Belgique et 585 pour l'Italie.

LA FAUNE PÉLAGIQUE DES INVERTÉBRÉS

LA MER DES SARGASSES ET SA FAUNE¹

Quand la mer est calme, ou doucement agitée par les rides mobiles d'une faible houle, la faune pélagique des Invertébrés vient s'épanouir à la surface, étalant aux yeux du voyageur les richesses de son inépuisable écriin. Et, devant ces merveilles d'un nouveau genre, on oublie sans beaucoup de peine les Poissons de surface, les rares Oiseaux du large, les Tortues nageuses et les grands Cétacés.

I

Parfois le navire s'avance, durant des heures, au milieu de sphères, de cylindres ou de boudins, entraînés par le flot sans réaction apparente. Certaines de ces sphères sont grosses comme le pouce, certains cylindres ont au moins 15 centimètres de longueur; le tout est hyalin, avec d'innombrables corpuscules disséminés dans la masse. Ce sont des Radiolaires coloniaux, *Spherozoum* ou *Collozoum*; chacun de leurs corpuscules est un être infime, presque microscopique; mais une gelée transparente réunit un grand nombre de ces êtres et donne à l'ensemble colonial l'une quelconque des formes signalées plus haut. Quand ce plankton pullule, ce qui ne laisse pas d'être fréquent au large, il fournit un aliment d'importance aux carnassiers qui explorent la surface.

Les espèces pélagiques du groupe des Polypes sont rarement aussi abondantes, mais, présentent des dimensions bien plus grandes et des formes plus variées. Durant les chaudes nuits du mois d'août, que de fois n'avons-nous pas admiré, dans le sillage phosphorescent du yacht, des globes lumineux semblables à des lanternes vénitiennes flottantes! C'étaient des Méduses de grande taille, le plus souvent des Pélagies (*Pelagia noctiluca*), reconnaissables à leur ombrelle hémisphérique, et à leur manubrium découpé en longues lanières (fig. 1); leur phosphorescence était le résultat d'une réaction occasionnée par le mouvement du navire. Ces Méduses, comme beaucoup d'autres, nagent ordinairement inclinées par les contractions lentes et molles de leur ombrelle; nous les rencontrâmes durant toute la croisière, mais particulièrement nombreuses entre la mer des Sargasses et les îles, surtout dans la région des Açores. Plus grandes et

de couleurs plus délicates sont les Cassiopées (*Cassiopea horbonica*), qui ressemblent beaucoup aux Rhizostomes de nos côtes, mais qui les dépassent singulièrement en splendeur. Leur manubrium délicatement ouvragé est une admirable rosace, en tous sens armée de larges tentacules terminés par une ventouse violette; avec ces organes chargés de nématocystes, c'est-à-dire d'appareils urticants.



Fig. 1. — *Pelagia noctiluca* un peu réduite. D'après Milne-Edwards.

l'animal a vite fait de paralyser les proies qui lui servent de nourriture.

Nous ne rencontrâmes cette belle espèce qu'une seule fois, au voisinage de Majorque, où elle formait des groupes peu peuplés, mais fort abondants. Comme beaucoup de grandes Méduses, la Cassiopée a fréquemment pour commensal un petit Poisson, qui s'abrite dans une ample gouttière comprise entre le rebord de l'ombrelle et la base des membranes. Ce commensal est désigné par les zoologistes sous le nom de *Trachurus trachurus*; il mesure à peine quelques pouces et offre la transparence du verre, si bien qu'on ne l'aperçoit pas tout d'abord. Au repos, ou tournant en cercle dans son

¹ Voir le numéro du 30 mars 1906, p. 263 : « Quelques impressions d'un naturaliste au cours de la dernière campagne scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco. »

embuscade, il profite certainement des proies paralysées par la Méduse.

On ne peut plus donner le nom de commensalisme aux relations par trop étroites qui s'établissent entre les Polypes cténophores du genre *Beroë* et les Crustacés amphipodes du genre *Phronima*. Les Béroés sont de gracieux organismes absolument incolores et hyalins, qui présentent la forme d'un grand dè à coudre et des bandes ciliées parallèles au grand axe du corps. Ils donnent asile aux Phronimes, non sans doute bénévolement, mais à la suite d'une intrusion violente; car le Crustacé ne se contente pas de trouver abri dans l'hôte: il en dévore les organes, sauf toutefois la charpente qui lui servira de flotteur et de gîte. Ce n'est même



Fig. 2. — Une *Cystippe* du genre *Beromphora*. (Grandeur naturelle.)

plus du parasitisme; c'est une destruction doublement intéressée. Plus heureuses sont les *Cydlippes* (fig. 2). Cténophores ovoïdes qui fréquentent la surface en même temps que les Béroés; hyalines comme ces derniers, elles renferment rarement un hôte et, tranquillement, déroulent pour la pêche les deux longs tentacules préhenseurs attachés à leurs blancs. Les *Eucharis* appartiennent au même groupe que les deux formes précédentes, mais elles se rencontrent bien plus fréquemment et atteignent d'ordinaire la grosseur du poing. Elles abondaient au voisinage des Açores et dans la Méditerranée, près des îles Baléares. Les *Eucharis* sont hyalines, avec des organes jaunâtres qui les rendent assez visibles dans la mer; on ne

peut en faire aisément l'étude, car leur masse gélatineuse est si remplie de liquide qu'elle passe comme du blanc d'œuf à travers les mailles du haveneau le plus fin; il est presque impossible de les conserver intactes, même en ayant recours à des fixateurs très énergiques.

La plupart de ces Polypes peuvent être dits mimétiques, parce qu'ils ont la claire transparence du milieu où ils vivent et se dissimulent de la sorte aux voraces habitants des eaux; la lumière qui se joue dans leurs tissus, qui s'y réfléchit et qui s'y réfracte, les rend seule quelque peu apparents. Tout autre est le mimétisme de certains Polypes siphonophores, surtout des *Porpites* et des *Vélelles*, qui, sur le bleu de la Méditerranée, et celui plus profond encore de l'Atlantique, se distinguent à peine du relief des eaux. Avec leur disque nummuliforme qui soutient une forêt de tentacules préhensiles et

de tubes digérants, les *Porpites* (fig. 3) azurées reçoivent de l'Océan une protection mimétique des plus parfaites; il en est à peu près de même pour

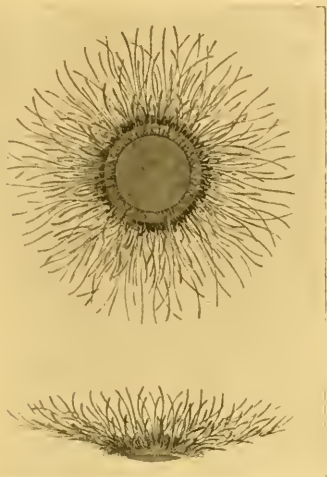


Fig. 3. — Une *Porpita* vue de profil et du côté supérieur. (Grandeur naturelle.)

les *Vélelles*, mais avec une atténuation désavantageuse; car le disque aplati de ces Polypes supporte

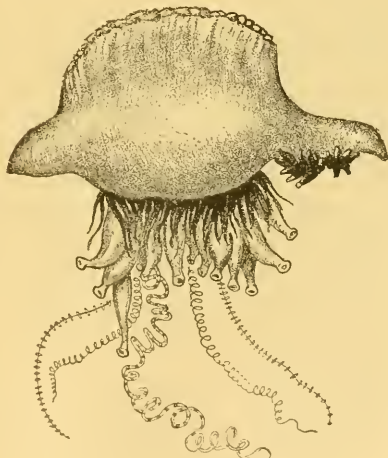


Fig. 4. — Une *Galère* ou *Physalia*, avec les tentacules contractés. — Exemplaire de mediocre taille. Cliché de la librairie Masson.

une voile verticale saillante qui peut attirer l'attention des Oiseaux.

Les *Physalies* ou *Galères* (fig. 4) sont plus exposées encore, à cause de leur gros flotteur hyalin et violacé, qui, semblable à une ampoule de verre, et totalement rempli de gaz, émerge sur les vagues qui l'entraînent. Mais les *Physalies* sont infiniment mieux armées que les Vélelles et les Porpites; à leur flotteur est suspendu un fort paquet de longs tentacules extensibles qui portent par millions des nématocystes groupés en batteries urticantes. Malleur au curieux qui, attiré par la belle couleur violette de cette touffe pendante, veut saisir le Polype pour l'examiner de plus près: au moindre contact, les tentacules s'appliquent sur la main de l'imprudent et y enfoncent les innombrables fils barbelés de leurs batteries:

C'est Vénus tout entière à sa proie attachée;

les fils microscopiques pénètrent dans la chair, s'y fixent irrémédiablement et y déversent la toxine urticante qui les imprègne, produisant une inflammation violente, longue et très douloureuse, capable, en bien des cas, d'envahir le bras tout entier. Prévenu par les mésaventures antérieures de cer-



Fig. 6. — *Glaucus atlanticus*, un peu grossi.

tains de mes compagnons, je ne voulus pas tenter l'expérience sur une échelle aussi vaste; un simple fragment de tentacules, déposé sur la main, adhéra aussitôt, en produisant des rougeurs et une démangeaison assez vive; et, pourtant, détaché par un coup de ciseau, ce fragment ne faisait plus partie de l'animal. Les *Physalies* sont infiniment mieux armées et plus agressives que les Vélelles, les Porpites et la plupart des autres Polypes, et la déno-

mination d'orties de mer leur convient à merveille. Assez communes en Méditerranée, elles abondaient dans la mer des Sargasses, et le Prince profita de l'occasion pour faire cueillir et conserver des touffes nombreuses de tentacules; ces matériaux serviront aux recherches de MM. Richet et Portier sur la toxine urticante (*hypnotoxine*) des Polypes.

Au point de vue de la coloration, les Mollusques pélagiques rappellent assez bien les Polypes: les uns étant hyalins et presque dépourvus de pigments, les autres d'une teinte bleue plus ou moins intense. Au premier groupe appartiennent les pe-

tits et gracieux Pteropodes, qui papillonnent dans l'eau en agitant, comme des ailes, leurs deux nageoires, et les Hétéropodes, qui flottent et se dirigent en godillant avec leur pied; dans le second viennent se ranger les Gastéropodes, qui ont choisi pour habitat la surface des eaux. Par une bonne fortune plutôt rare, chacun des deux groupes nous offrit en abondance quelques-uns de ses représentants. Presque toujours le haveneau et le filet traînant de surface ramenèrent les jolis Pteropodes du genre *Crescis*, à coquille aciculiforme, et deux sortes d'Hétéropodes bien différents l'une de l'autre, mais toutes deux finement délicates: les minuscules *Allantes*, qui ont une coquille enroulée en spirale, et les *Ptérotrachées* (fig. 5), dont le corps long et absolument nu laisse apercevoir, par transparence, tous les organes internes. Au contraire des Mollusques précédents, les Gastéropodes pélagiques n'apparaissent qu'en certains points, où ils se trouvent parfois en quantité considérable: ils sont représentés par les *Glaucus* et les *Janthines*. C'est deux jours après avoir quitté les Sargasses, et lorsque la protection de l'archipel aoréen se faisait sentir, que nous aperçûmes les premiers *Glaucus*, et je ne saurais dire combien me frappa la délicate élégance de ces organismes. Ils ont (fig. 6) le corps étroit et limaciforme, avec trois paires de prolongements latéraux qui s'épanouissent en digitations, comme les plumes des aigles héraldiques. Leur attitude est celle des Pterotrachées, avec le dos en bas et la face ventrale en haut; ils rampent, pour ainsi dire, contre la surface, au moyen de leur sole ventrale qui est symétriquement teintée de bleu pâle et de bleu marine, comme le côté correspondant des expansions latérales. On ne saurait imaginer un motif d'ornement plus gracieux. Au surplus, la face dorsale, tournée contre le fond, a une teinte parfaitement blanche, et, comme la couche superficielle



Fig. 5. — Une Pterotrachée, la *Firola hippocampus*, un peu réduite.

à réflexion totale, doit présenter un ton métallique d'argent aux chasseurs du milieu liquide. Les Glaucous se plaisaient à merveille dans nos cristallisoirs, où ils dévorèrent avidement les Porpites dont ils ne laissaient guère que le tissu cartilagineux.

Quelques jours plus tard, le 28 août, alors que le Prince avait fait descendre une nasse dans la fosse de 3,500 mètres située à l'ouest de São Miguel, nous fîmes connaissance avec les *Janthines* (fig. 7) qui, du premier coup, se montrèrent en essaim. Elles étaient représentées par deux espèces bien distinctes, l'une rare et



Fig. 7. — Une *Janthine* avec son flotteur portant du côté inférieur une assise d'œufs. Grandeur naturelle.

de la taille de l'*Helix hortensis*, l'autre fort commune, mais notablement plus petite. Ces Gastéropodes ont une coquille bleuâtre et finement ornée de stries; ils sont suspendus à la surface par un long flotteur, blanc et spongieux, qui adhère à l'extrémité du pied dont il est un produit de sécrétion. Le flotteur se détache et se régénère très facilement, de sorte qu'il n'est pas rare de le trouver isolé sur la vague; comme nous étions au moment de la ponte, on trouvait fréquemment les œufs réunis en groupe sur sa face ventrale, qui leur sert de point d'attache. Avec les nombreux exemplaires capturés, le Dr Richard prépara une belle solution alcoolique rougeâtre et dichroïque; car les *Janthines* sécrètent de la pourpre, au même titre que les *Murex*, les *Aplysies* et bon nombre d'autres Gastéropodes marins.

Quelle richesse inépuisable dans cette mer des Açores, lorsque le calme s'y fait sentir! Le lendemain du jour où apparurent les charmants Glaucous, un spectacle non moins curieux et plus instructif encore nous fut offert par les Salpes. Durant des heures entières, nous eûmes pour compagnons de route ces Tuniciers diaphanes qui, lentement, se déplaçaient dans l'eau par les contractions de leur corps cylindrique. Bientôt, nos cristallisoirs d'observation renfermaient de nombreux sujets d'études, qui, dans un corps transparent comme du cristal, nous laissaient admirer le crible oblique des branchies, le tube digestif jaunâtre, et les deux cordons, si joliment violets, qui constituent les organes sexuels. Un examen plus attentif nous permit de relier entre elles les deux phases alternantes qui constituent le curieux cycle vital de ces animaux: certains individus restent toujours isolés et d'autres sont réunis côte à côte en une chaîne circulaire de six ou sept individus; or les seconds engendrent isolément les premiers et ceux-ci, à leur tour, sont

les générateurs des chaînes qu'on voit déjà, toutes petites mais bien constituées, vers la partie terminale du corps. Cette alternance dans les formes d'une même espèce caractérise toutes les Salpes, mais tous les représentants du groupe ne donnent pas des chaînes circulaires. Ces dernières appartiennent en propre aux *Cyclosalpes*, tandis que les *Salpes* proprement dites constituent des chaînes

à bouts libres et parfois très longues. Nous étions donc en plein banc de *Cyclosalpes*, mais quelques Salpes vraies se trouvaient disséminées dans l'ensemble, soit en chaînes, soit en individus isolés, longs de 1 à

2 centimètres. Depuis lors, par les temps calmes, le yacht rencontra souvent ces espèces et, par intervalles, d'autres Tuniciers diaphanes, les *Pyrosomes* (fig. 8), qui sont des groupements coloniaux en forme de manchon, où chaque aspérité représente un individu relié à ses congénères par la charpente hyaline de l'ensemble.

Les mêmes parages azoïques sont également riches en Crustacés pélagiques. Dans la masse bleue de l'Océan, parmi les Salpes et les Glaucous, de petits Copépodes aplatis, les *Sapphirines*, scintillaient comme des paillettes diaprées et s'irradiaient de toutes les couleurs du spectre. Avec elles semblait vouloir rivaliser une remarquable Isopode, l'*Idotea métallique*, dont la face dorsale est d'un bleu de métal, clair et changeant, tandis que la face opposée ressemble à l'azur des flots. Cette jolie espèce présente des phénomènes de coloration très curieux, qui furent observés tout d'abord par mon ami le Dr Richard: transportée dans l'eau de mer d'une

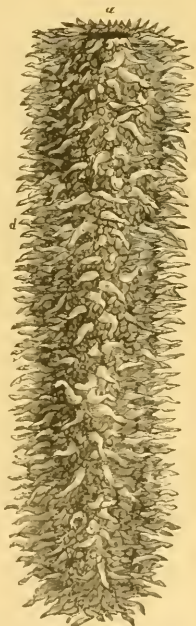


Fig. 8. — *Pyrosoma* vivant, colonie de très petite taille. (Cliché de la Librairie Masson.)

cuvette, elle change rapidement de teinte et, au bout d'une heure, devient presque complètement

noire, sans que d'ailleurs sa vitalité soit amoindrie. Serait-ce là un phénomène de rapide adaptation, semblable à celui dont une Crevette de nos côtes, le *Virbius varians*, nous offre un modèle accompli ?

Le soir, à la lumière violente du réflecteur électrique, des Crustacés de diverses sortes viennent nager à la surface, accompagnés de petites Annélides, qui forment avec eux une masse étrangement agitée et tournoyante. C'est ainsi que nous primes, à 100

kilomètres au sud de São Miguel, un assez grand nombre de *Glaucothoës* (fig. 9), qui sont les larves nageuses et symétriques de Crustacés connus sous le nom de Paguridés ou Bernards l'Ermite. Grâce aux spécimens précédents, et à un autre plus volumineux recueilli par le filet vertical, entre 0 et

abysse que fréquentent leur progéniture ; 3° enfin que ces organismes sont vraisemblablement des larves qui, n'ayant pu s'abriter dans une coquille au moment favorable, continuent à muer, à croître et à mener une vie errante en conservant leur symétrie et leurs organes natatoires.

II.

Des pêches pélagiques faites au haveneau, il convient de passer à celles, plus menues et plus délicates, effectuées jour et nuit avec le petit filet de gaze fine trainé à l'ar-



Fig. 9. — *Glaucothoe Peroni*. Reproduction de la figure originale de Milne-Edwards. Longueur de l'exemplaire-type, 18 mm.

rière du navire. Que dire de ces captures infiniment variées, du très ingénieux appareil imaginé par le Dr Richard pour en faire l'étude, et des bonnes heures passées, au doux bercement du navire, devant ce kaléidoscope merveilleux !

Je ne résiste pas au plaisir de détailler quelque



Fig. 10. — Préparation du filet pour les pêches fines de surface. À côté, sur la table, l'appareil d'observation du Dr Richard

1.500 mètres, dans la région des Sargasses, j'ai pu montrer :

1° Que les *Glaucothoës* se divisent en deux groupes, comme les Paguridés eux-mêmes ; 2° que les unes sont pélagiques et se tiennent au voisinage des côtes où vivent les Bernards l'Ermite dont elles sont issues, tandis que les autres flottent entre deux eaux dans les profondeurs au-dessus des

peu l'ingénieux appareil de mon industriel ami. Le filet conique se compose de soie à bluter la plus fine ; son orifice est maintenu béant par un anneau métallique, et il se termine en arrière par une courte manchette de cotonnade souple qu'on ferme en l'étranglant avec un demi-nœud de cordonnet tressé (fig. 10). À l'anneau de l'orifice est fixée une patte-d'oie formée de trois fils métalliques réunis en une

houle d'amarrage; la ligne, de 50 à 60 mètres, est rattachée au filet par un porte-mousqueton, à un mètre duquel est fixé un lest d'un peu plus d'un kilogramme. Grâce à son étroit orifice, le filet peut être employé à bord d'un navire marchant à toute vitesse, en donnant assez de ligne pour qu'il reste immergé. Rentré à bord, on le laisse égoutter, on retire le cordonnet qui le ferme en arrière, et on plonge le fond ouvert dans un récipient rempli



Fig. 11. — Comment on observe à bord les lignes pêches pélagiques au moyen de l'appareil du Dr Richard.

aux deux tiers d'eau de mer ou de liquide fixateur.

Voici maintenant, d'après M. Richard lui-même, le dispositif, plus remarquable encore, de l'appareil d'examen (fig. 10) : « La récolte est enfermée dans

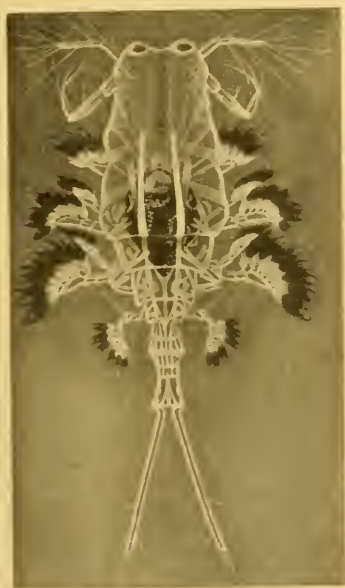


Fig. 12. — Un Copepode corycécide, la *Copilia vitrea*, avec ses grands yeux et ses pattes natales richement garnies de poils empennés. Longueur, 6 à 7 mm.

une boîte de verre à faces parallèles¹ complètement pleine de liquide, sans la moindre bulle d'air; le

plankton se dépose sur la face inférieure de la boîte de verre; on l'examine au moyen d'une loupe horizontale, terminée par un prisme rectangulaire dont une des petites faces, horizontale, est parallèle à la face inférieure de la boîte de verre et située au-dessous d'elle, de façon à renvoyer dans la loupe l'image des objets déposés sur le fond de la boîte. Celle-ci peut glisser de droite à gauche et de gauche à droite; la loupe à prisme peut glisser d'avant en arrière ou d'arrière en avant; la combinaison de ces deux mouvements permet de parcourir tout le fond de la cuve de verre sans changer la mise au point. » Et l'on peut examiner ainsi, commodément installé sur le pont du navire (fig. 11), même par un fort roulis, les organismes recueillis par le filet.

Vraiment, les minuscules éléments du plankton, au grossissement de l'appareil, passent en splendeur, en variété et en intérêt les représentants plus volumineux de la faune pélagique. Voici d'abord la foule prédominante des Entomostracés : les *Podon* et les *Evdadue*, qui sont des Cladocères fort courts et à carapace très réduite, les *Calanus* ou Copépodes à céphalothorax renflé, à queue grêle et à longues antennes, d'autres Copépodes plus rares et non moins curieux, les *Setella*, qui portent une longue soie caudale, et les *Coryceus* (fig. 12), dont les yeux énormes envahissent la plus grande partie du corps; — puis des formes jeunes ou adultes appartenant aux groupes les plus divers : Tuniciers du genre *Appendiculaire*, jeunes Vers du genre *Sagitta* (fig. 13), larves d'Annélides et de Crustacés, et les Rhizopodes du genre *Globigérine*, dont le corps se compose de sphérules noyées dans un protoplasme à prolongements multiples, et les Radiolaires dont le noyau jaune ou rougeâtre sert de centre à une infinité de rayons microscopiques (fig. 14), et les jeunes groupements de *Collozoum* et de *Spherozoum* au début de leur évolution coloniale.

Nous primes quelquefois, dans le filet, de très jeunes Céphalopodes, sans d'ailleurs être favorisés comme l'année précédente, où le filet ramena une jeune *Spirule*, c'est-à-dire l'une des formes les plus



Fig. 13. — Une *Sagitta*, ver pisciforme incolore et hyalin, très caractéristique de la faune pélagique, grossie 4 fois.

¹ Cuvées fabriquées à Saint Gobain suivant le procédé de M. Fabre-Domergue. Pour de plus amples détails relatifs à

l'appareil, voir l'intéressante Note publiée par M. le Dr Richard dans le *Bulletin du Musée de Monaco*, n° 52, 15 novembre 1905.

rares et les plus dignes d'être étudiées de la faune marine. J'ajoute que les mêmes pêches renfermaient un grand nombre de fort jolies Algues microscopiques : un Périidinien à trois cornes, l'*Hirundinella tripos* (fig. 13), les *Halosphaera* qui ressemblent à

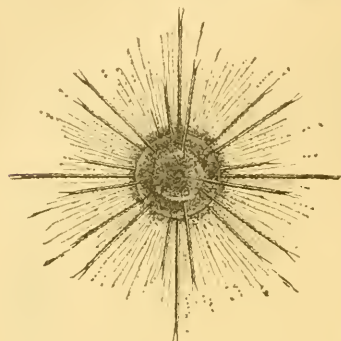


Fig. 14. — Un Radiolaire, l'*Acanthometra Mülleri* (d'après Haeckel). — Est à peine visible à l'œil nu. (Cliché Masson.)

nos *Protococcus*, les *Coscinodiscus* en forme de plaquettes vertes, les *Rhizosolenia* qui ont la même couleur et un corps plus allongé, etc. A mesure que nous approchions de la mer des Sargasses, deux sortes d'Algues jaunâtres vinrent s'ajouter aux types précédents, toutes filamenteuses et agglomérées,



Fig. 15. — Une Algue de la famille des Pteridiniens, l'*Hirundinella tripos*. A peine visible à l'œil nu.

mais les unes sous la forme de bottes irrégulières, les autres en un massif échevelé plus ou moins sphérique.

Est-ce au voisinage des Sargasses qu'il faut attribuer le développement, en quantité considérable,

de ces Algues agglomérées et jaunâtres ? Il y a des raisons de le croire. En tout cas, la faune des Sargasses est tout à fait spéciale, admirablement adaptée au milieu où elle vit et, pour la plus grande part, indépendante de la faune pélagique normale.

Les Sargasses sont des Algues brunes de la même famille que les Fucus de nos côtes; leur thalle se ramifie en branches grêles qui portent des expansions dentelées en forme de feuilles et, un peu partout, des flotteurs isolés munis d'un court pédoncule (fig. 16). Ces flotteurs globuleux et remplis de gaz ont la taille d'un gros pois; ils se détachent aisément de leur pédoncule et abondent sur les flots dans les régions où sont nombreuses les Sargasses. Les ramifications du thalle et les flotteurs âgés sont d'un brun noirâtre assez intense, mais les flotteurs jeunes et les expansions foliacées sont d'un jaune verdâtre, qui est la teinte prédominante de l'Algue. On sait que les Sargasses à flotteurs (*Sargassum bacciferum*) végètent au voisinage des côtes américaines tropicales à la manière de nos Fucus, et que les portions détachées de leurs thalles, entraînées par les courants, viennent se réunir dans un vaste espace de 200.000 kilomètres carrés, compris entre le Gulf-Stream et le courant équatorial. A lui seul, cet apport serait insuffisant pour peupler d'Algues une étendue aussi vaste; mais, si les Sargasses flottantes ne forment aucun élément reproducteur, elles végètent parfaitement à la surface des flots, y poussent des rameaux, des expansions foliacées et des flotteurs, sans doute également s'y divisent sous l'influence des vagues, chacune de leurs branches détachées donnant naissance à une touffe nouvelle. Certaines de ces touffes, encore petites, sont manifestement au début de leur croissance, les plus grandes pouvant dépasser largement le volume de la tête; grandes ou petites, elles poussent dans toutes les directions, ce qui leur donne une forme arrondie bien caractéristique et, cela va sans dire, une texture assez lâche, produite par leurs rameaux plus ou moins enchevêtrés. Aux confins de la mer des Sargasses, les touffes sont rares et isolées; plus loin, elles ont une tendance à se réunir suivant la direction des courants superficiels et constituent alors de longues traînées interrompues, dont les dimensions en largeur sont toujours médiocres. Nulle part nous n'avons vu la surface absolument recouverte d'Algues : la disposition en traînées semble tout à fait prédominante, avec de larges intervalles où flottent parfois quelques touffes isolées et, dans certains cas, des sortes de radeaux assez compacts dont les plus grands pouvaient atteindre 15 à 20 mètres carrés. C'est là, parmi les Sargasses, on rencontre quelques fragments de *Fucus nodosus* arrachés certainement aux rivages des Canaries, de Madère ou des Açores.

Nous atteignîmes la mer des Sargasses par son extrémité du sud-ouest. C'est le 8 août que les premières touffes furent aperçues près du navire; le yacht se trouvait alors à 2.200 kilomètres des Canaries, et à 2.000 kilomètres des Açores, par 26° lat. N. et 36° 36' long. O. Greenwich; après quoi il fit un long coude vers le nord-ouest pour atteindre la région où abondent les Algues. Au point le plus éloigné de notre course, le 12 août, nous nous trouvions à 2.700 kilomètres des Canaries, et à 1.700 kilomètres de Pico Aegres, par 31° 40' lat. N. et 42° 40' long. O.; le 20 août disparurent les dernières touffes, à 2.000 kilomètres des Canaries et à 830 kilomètres de Pico, par 33° 31' lat. N. et 34° 03' long. O.; soit une campagne de treize jours dans la région des Sargasses.

La population zoologique localisée dans les touffes d'Algues est riche en individus, mais peu variée comme espèces; elle se distingue surtout par le mimétisme extraordinairement prononcé de presque tous les animaux qui la représentent. Comme les Sargasses elles-mêmes, ces derniers sont d'un jaune verdâtre, avec des parties plus foncées tirant parfois sur le rouge, et des taches blanches imitant les Bryozoaires disposés en croûtes sur les Algues; toutes ces colorations, associées aux bigarrures, sont étonnamment variées dans une même espèce. Un Crabe pélagique, le *Nautilograpsus minutus*, celui-là même que nous avons trouvé à l'arrière des Tortues et sur les épaves, grouille dans les Sargasses, où, néanmoins, on ne l'aperçoit pas lorsqu'il se tient immobile, tant est parfait son mimétisme de couleur, qui varie d'ailleurs pour chaque individu. Il en est de même d'un Crabe pélagique plus rare, le *Neptunus Sayi*, et des petites Crevettes qui nagent d'une touffe à l'autre: *Palaeomon pelagicus*, *Leander tenuirostris*, *Virbius acuminatus*, etc. Les Gastéropodes qui vivent dans ce milieu présentent des caractères analogues, et sont en général de petite taille; l'un d'eux pourtant, la *Scyllaea pelagica*, atteint une longueur de 6 à 7 centimètres et se distingue par un étrange mimétisme de la forme et des couleurs: orné de lobes

pairs assez larges et délicatement frangés, ce Mollusque nu est découpé sur le modèle des expansions foliacées de l'Algue dont il possède le coloris, si bien qu'il peut ramper inaperçu dans les dédales de son habitation flottante. Les deux mimétismes associés se rencontrent également dans le *Syngnate*

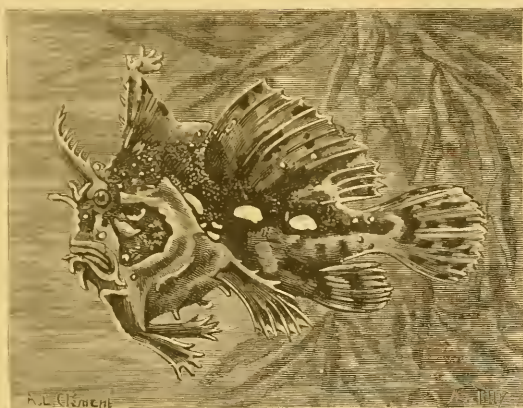


Fig. 16. — *L'Antennarius marmoratus*, à côté d'un fragment de Sargasse. (Grandeur naturelle.)

pélagique, dont le corps allongé et grêle s'infléchit lentement ou se tient immobile comme un rameau; ils se développent à un degré vraiment étrange dans un autre Poisson, l'*Antennarius marmoratus* (fig. 16), qui est marqué de blanc sur un fond brun jaunâtre, avec des nageoires et des expansions frangées ou découpées en lobes. L'*Antennarius* est certainement l'animal le

plus typique et le plus curieux de la faune des Sargasses; très rapide en ses évolutions, il revient rapidement à la touffe dont on l'écarte, et s'y cramponne avec ses nageoires antérieures dilatées qui fonctionnent à la manière d'une main. Ce Poisson me paraît atteindre au plus 10 centimètres

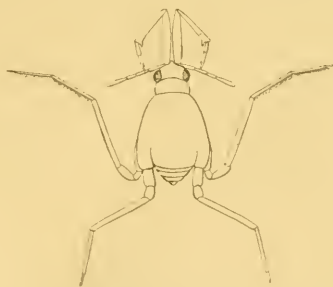


Fig. 17. — *Halobates Vüllerstorffi* dans sa position naturelle à la surface de l'eau. (Après nature. Grossissement linéaire, 1.)

de longueur; il se construit un nid globuleux et compact, gros comme les deux poings, en réunissant les touffes d'Algues avec une sécrétion filiforme et élastique fort abondante. Nous trouvâmes deux de ces nids peu après notre entrée dans la mer des Sargasses, dans une région où les touffes étaient encore très peu nombreuses; plus tard,

malgré des recherches multipliées, il nous fut impossible d'en rencontrer un seul. Les deux nids renfermaient une quantité d'œufs répartis dans toute la masse, entre les rameaux d'Algues et les fils élastiques; ces œufs mesuraient à peu près 2 millimètres de diamètre et, vraisemblablement, avaient été pondus par le Poisson.

IV

Pour terminer cette esquisse de la faune superficielle, je dois consacrer quelques lignes aux Hémiptères du genre *Halobates*, qui sont les seuls Insectes adaptés à la vie errante du large. Très voisins des Hydromètres de nos eaux douces, mais beaucoup plus courts et plus trapus, ils vivent comme eux à la surface, où ils patinent en s'appuyant sur leurs quatre pattes postérieures (fig. 17), qui sont fort allongées. C'est le 13 août, en pleine région des Sargasses, que nous vîmes les premiers *Halobates*: ils furent également assez nombreux le lendemain; mais, dans la suite, nous n'en trouvâmes plus un seul, sauf à 100 kilomètres au sud de Saô-Miguel, où ils étaient d'ailleurs beaucoup plus rares. Ces

Insectes sont partout revêtus d'une pubescence grise qui prend un rellet blanchâtre sous les rayons lumineux; ils glissent en zigzagant et sautent sur l'eau avec une agilité extrême, si bien que, vus du bord, ils ressemblent plutôt à des moucheron qui effleurent la vague. On les prend au haveneau, mais la capture en est difficile. Ils paraissent incapables de plonger et, pour les mettre à l'état d'immersion complète, il faut les agiter dans un tube avec de l'eau de mer; alors, on les voit remonter à la surface et se tenir quelque temps appliqués, le dos en bas, contre la couche liquide en contact avec l'air. Ainsi, au contraire des autres animaux pélagiques, les *Halobates* ne semblent pas pouvoir quitter la surface et descendre à de certaines profondeurs quand l'Océan est agité. Pourtant, nous ne vîmes ces Insectes que par des temps calmes; mais comment pourrait-on les apercevoir quand la mer est couverte de rides nombreuses ou de vagues un peu écumantes?

E.-L. Bouvier,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

ESSAI SUR LA PSYCHOLOGIE DE L'EUROPÉEN AUX PAYS CHAUDS

PREMIÈRE PARTIE : FACTEURS GÉNÉRAUX

Il est remarquable que les faits de sévices, commis contre les indigènes dans diverses colonies françaises ou étrangères, n'ont pas été appréciés de même manière par l'opinion publique en Europe et par les personnes ayant une expérience approfondie des choses et de la vie exotiques. Non pas que les honnêtes gens hésitent à réprouver là-bas comme ici des faits que condamne la morale universelle : tuer un homme est aussi bien un crime sous les tropiques que dans les zones tempérées; toutes les lois connues le frappent d'un châtiment sévère.

Mais, en dehors du point de vue de l'intérêt social et de la répression pénale, le problème mérite d'être analysé plus profondément. Que l'on ne taxe pas cette étude de pure spéculation; car elle permettrait de voir sans doute si le remède pratique est possible et dans quelle voie il doit être recherché. L'opinion publique s'est justement émue des faits; mais elle les a jugés avec sa passion et sa nervosité féminines, trop irréfléchie et trop versatile pour en peser mûrement les causes. Après avoir provoqué et glorifié, au nom soit des intérêts nationaux, soit de la civilisation, les brillantes expéditions d'outre-mer, sans avoir entrevu la

possibilité d'arriver à un résultat meilleur et plus durable par des moyens différents, elle en a désavoué ensuite les instruments nécessaires et les conséquences fatales. On ne déclaine pas impunément la violence sans que les instincts de la brute, que recèle tout civilisé, n'écailent bien vite le vernis d'éducation policée trop frais et trop fragile. Pourquoi, à peu près limité dans nos sociétés à une catégorie infime et abjecte de la population, le criminalisme remonte-t-il parfois comme un hoquet vers les couches supérieures? Pourquoi et sous quelles influences se produit chez quelques-uns cette efflorescence de passions malsaines? Ces faits ne sont pas l'apanage exclusif des pays d'outre-mer; ils apparaissent chaque fois que la discipline sociale est rompue ou méconnue. On les retrouve ainsi dans les convulsions populaires¹; le cas que j'envisage ici n'est qu'une forme particulière du même état mental.

Il est donc intéressant d'essayer de dégager du cas particulier des milieux coloniaux des facteurs qui modifient ou paraissent modifier si profondé-

¹ SIGHELE : *Les Foules criminelles*. — D^r G. LE BON : *Psychologie des Foules*.

ment la moralité de l'Européen. J'envisagerai plus spécialement l'Afrique tropicale, que je connais mieux et qui se présente comme un cas limite du problème. La dissociation des divers facteurs assez complexes conduit à distinguer : — des facteurs généraux, extérieurs à l'individu et qui, par suite, s'imposent à tous ; — des facteurs individuels, qui renforcent ou affaiblissent l'influence des premiers et, en tout cas, impriment à leurs manifestations des modalités caractéristiques.

La première catégorie des facteurs appartient tout entière au milieu nouveau dans lequel se trouve plongé l'Européen fraîchement débarqué de sa patrie. C'est un milieu physique, c'est un milieu humain, tous deux très différents de son milieu originel. Sa première impression exagère précisément cette dissemblance et l'entraîne à croire qu'il devra apporter un bouleversement complet dans sa conduite et dans ses mœurs. Les premières atteintes du climat, un genre de vie assez rude, le contact d'un monde nouveau, la nature de ses relations, tout est pour lui si inaccoutumé qu'il accueille sans examen le bagage complet des préjugés que lui transmettent fidèlement ses anciens. Il est jeune; l'enthousiasme des premiers moments, l'étourderie, l'instinct primesautier et l'inexpérience de son âge le prédisposent à accepter sans contrôle les suggestions de son propre esprit ou de son entourage, particulièrement ce qui flattera sa conception encore simpliste de la vie, son amour-propre, sa vanité, son désir de briller, sa naïve ostentation de virilité.

I. — MILIEU PHYSIQUE.

La plupart des colonies, surtout les plus nouvelles, se montrent réfractaires à l'Européen. L'Afrique tropicale, en particulier, lui oppose des obstacles sans nombre. Quel contraste pour le nouveau venu entre les pays civilisés et ces contrées barbares ! Dans la vieille Europe, la vie de relation est facilitée par une végétation depuis longtemps domptée, par des routes aplanies, par des moyens aussi variés que rapides ; on y goûte le fruit du travail des générations passées. Ici, au contraire, l'activité est entravée par mille contrariétés : la flore puissante des forêts dresse contre l'homme la barrière de ses troncs énormes, de ses lianes entrelacées ; les plaines arrêtent sa marche par le feuillage de leurs herbes raides et dures. Nulle part il n'existe de routes, mais seulement des sentiers étroits, tortueux, raboteux, vallonnés, tantôt d'une mortelle aridité, tantôt transformés en torrents par les pluies diluviennes. Les cours d'eau sont semés de rapides et de cataractes ; la navigation y est aventureuse. Au sein d'une nature aussi

hostile, le voyageur, le colon endurent des fatigues et des souffrances de tout instant ; la patience s'irrite, l'instinct de combativité s'exaspère contre l'obstacle sans cesse culbuté, sans cesse redressé. A cette lutte constante le caractère gagne sûrement en virilité, en sang-froid, en décision ; la volonté se trempe et acquiert plus d'énergie. L'inévitable obligation de subvenir par soi-même aux besoins les plus simples de l'existence sollicite l'ingéniosité, enseigne le prix des jouissances et le salaire équivalent à l'effort, inspire la confiance en soi-même. Mais aussi, par un entraînement naturel, cet état de lutte permanente pousse à l'exagération, vers la violence et le personnalisme extrême. La conception de la force comme moyen suprême et universel se substitue à la juste notion des possibilités et au sens exact de l'intérêt bien entendu. Ce travers est commun à tout état ou profession développant l'instinct de combativité. La sagesse est une affaire d'opportunité et de mesure.

L'action physiologique des climats chauds introduit un élément nouveau et caractéristique. Elle se manifeste au début par une excitation générale. Dans la suite, sous des influences très mal connues, il y a, au contraire, tendance à l'engourdissement, à l'apathie. La fatigue, causée par le moindre exercice, conseille facilement l'inertie. Pourtant, si les circonstances viennent à imposer un effort soutenu, l'abattement et l'indolence du premier moment s'effacent vite pour laisser goûter le plaisir et le bienfait d'une vie active. Cet effet, je le sais bien, n'est pas spécial aux zones tropicales ; mais, quelle qu'en soit la raison, je crois qu'il y est beaucoup plus accentué, comme il me paraît résulter de ma propre expérience et des impressions que m'en ont communiquées beaucoup de personnes. Les pérégrinations bohémiennes sur les fleuves ou les sentiers de la brousse contrastent par le charme, l'entrain et la santé avec l'existence languissante, monotone, nerveuse, qu'on traîne dans les postes.

Le désœuvrement, le besoin d'excitants, plutôt que la chaleur, portent nombre de gens à l'usage des liqueurs et à l'alcoolisme. L'apéritif quotidien de cinq heures est une habitude plus funeste encore sous ces climats que chez nous. Sans parler de l'état de réceptivité que crée l'intoxication éthylique pour toutes les maladies, il est depuis longtemps démontré que les essences, contenues dans les préparations les plus prisées des buveurs, prédisposent à des troubles cérébraux graves. C'est avec raison que l'État Indépendant du Congo a pris des mesures draconiennes pour en prohiber l'introduction sur son territoire.

En Extrême-Orient, on ajoute à l'alcool la passion de l'opium, dont les dangers ont été trop souvent décrits pour n'être pas universellement

connus. A ce propos, il est curieux de constater avec quel empressement l'homme, à quelque race qu'il appartienne, accueille tous les excitants, tous les générateurs d'ivresse, qui s'offrent à lui. Et non seulement l'homme mûr, mais l'enfant s'y adonne avec passion. L'animal même surmonte assez facilement sa première répugnance et arrive vite à priser l'usage des liqueurs fortes. On dit souvent que ce penchant général n'est qu'une forme de cet autre penchant qu'à tout être de rechercher la jouissance. Ainsi exprimée, la question ne me paraît pas présentée sous son plus juste aspect ou, du moins, ne me paraît pas assez généralisée. J'y verrais plus volontiers une déviation, une perversion de cet instinct de tous les êtres, vers une plus grande intensité de vie et dont il est averti par le plaisir qu'il y éprouve; l'un de ses cas particuliers est l'instinct de conservation en présence du danger. L'usage du tabac, de l'alcool, de l'opium n'a pas des débuts très engageants; mais, après quelque entraînement, lorsque l'expérience de l'excitation a été faite, le sujet oublie le conseil de la Nature, caché sous la première répugnance; il ne songe plus alors qu'au plaisir, qui, par un effet non moins naturel, lui fait croire à l'action bienfaisante de son poison favori. Cette double illusion aveugle son jugement et lui dissimule le danger immédiat ou lointain. J'ai cru observer que, aux pays chauds, l'alcoolisme prononcé préserve pendant quelques années ses sectateurs de l'atteinte de quelques maladies exotiques, notamment du paludisme. Mais, comme, pour produire ce résultat, les doses journalières doivent être élevées, les altérations organiques amènent, un jour, une chute brusque et une mort rapide.

La race blanche offre une remarquable faculté d'adaptation aux températures les plus variées : son échelle de tolérance atteint presque 100° entre les régions extrêmes, tropiques et zones arctiques, où elle a pu s'implanter. Au contraire, les autres races sont, en général, douées d'une élasticité beaucoup moindre : une différence de quelques degrés seulement étouffe un Groënlandais ou gèle un Toucouleur. En dehors de ce point de vue d'ensemble, j'ignore comment l'Européen se comporte au delà du cercle polaire. Mais, sous les climats chauds, il manifeste une sensibilité très grande aux variations de température. Les brusques abaissements du thermomètre, après les fortes pluies, se traduisent par une impression de froid humide extrêmement pénible, quoique la température absolue ne descende pas au-dessous d'une vingtaine de degrés. Les parois des habitations suintent l'eau; la literie, les vêtements s'imprègnent des buées extérieures dans des cases mal closes. Le soir on se couche sur des draps trempés; le matin,

la chemise et le pantalon se séchent aux dépens de la chaleur du corps. Dans les régions plus sèches, on éprouve des différences de 45° à 60°; alors, la sensation de froid va jusqu'à une réelle souffrance; il faut se charger de couvertures et entretenir du feu dans sa case. A cet égard, l'indigène, moins sensible, paraît en éprouver une impression moins pénible, bien que la saison sèche lui vaille assez fréquemment des broncho-pneumonies à terminaison fatale.

Que dire de plusieurs autres agents, dont l'action physiologique, plus ou moins bien définie, a été, en tout cas, fort peu étudiée? On a trop délibérément laissé de côté l'observation des influences du milieu physique sur les fonctions des êtres vivants; on a quelque tendance à considérer l'organisme comme médicalement indifférent à ce milieu, ou bien les faits admis sont d'une écœurante banalité. Fascinés par les merveilleux progrès de la Bactériologie, le physiologiste, le médecin se sont habitués à ne voir dans l'être vivant qu'un simple tube à culture; ils ont trop négligé ou même méconnu chez lui le côté sensible, qui en fait un réactif si délicat des impressions du monde extérieur. Si le microbe est l'agent direct de la maladie, je voudrais savoir en quoi, pour sa part, l'ambiance peut favoriser ou entraver son invasion dans mon organisme. Au lieu des stériles listes de températures, sans signification et sans portée, auxquelles sont astreints les médecins coloniaux, il serait intéressant d'étudier l'électricité atmosphérique, la richesse de l'air en ozone, l'intensité de la chaleur solaire, la nature des radiations transmises au sol, etc. Je sais bien que, si ces données physiques sont susceptibles de mesures de quelque précision, il n'en est pas de même des données physiologiques; néanmoins, on y trouverait sans doute des indications fécondes, que l'observation journalière permet déjà de prévoir. L'impression d'abattement, d'énerverment, d'irritabilité à l'approche d'un orage et surtout d'une tornade dans les pays chauds est un fait banal. — L'abondance de l'ozone dans l'air est clairement démontrée aux amateurs photographes qui emploient l'acide pyrogallique. Quelles modifications peuvent amener les combustions organiques plus actives provoquées par ce gaz? — Il y a prédominance des radiations rouges dans la lumière solaire filtrée par les buées denses de l'atmosphère des régions forestières et fluviales sous le ciel tropical. Ont-elles une influence sur le climatisme physiologique? N'exerceraient-elles pas aussi sur le caractère l'agacement et l'aigreur qui ont été observés dans certaines fabriques de plaques au gélatino-bromure? — Petites causes, à coup sûr, pures hypothèses. Rien n'est si puissant que les

petites causes, ni d'effet si durable. Peut-être est-ce au concours d'une multitude de causes analogues, plus qu'à des causes grossièrement évidentes, que telle contrée doit ses propriétés surmenantes, telle autre ses vertus calmantes et réparatrices.

Dans un ordre d'idées voisin du précédent, on sait que les variétés de fièvres, dites palustres, qui atteignent le plus profondément la santé de l'Européen, ne sont pas, hors les cas pernicieux, celles qui se manifestent avec le plus grand fracas. Il existe tout un groupe de pyrexies insidiieuses, ne marquant que quelques dixièmes au thermomètre, mais qui provoquent des désordres sérieux dans l'économie générale des fonctions : délabrement des voies digestives, douleurs névralgiques vagues, céphalalgie, somnolence, dégoût de toutes choses. — La constipation tenace est très fréquente et se montre souvent rebelle à la thérapeutique. — D'un autre côté, la chaleur humide est un merveilleux agent de stimulation pour les fermentations en général, tant extra qu'intra-organiques; les germes contenus soit dans les cavités viscérales, soit dans l'épaisseur même des tissus, loin d'en être garantis, lui doivent une remarquable suractivité. C'est ainsi que l'on voit la tuberculeuse évoluer avec une grande rapidité. Il paraîtrait vraisemblable d'attribuer aussi à une accélération analogue les intoxications gastro-intestinales ou généralisées, qui compliquent presque toujours les fièvres, dites palustres, des pays chauds. Un fait tendrait à le prouver : c'est que les mêmes affections acquièrent un caractère de gravité beaucoup moindre sur les plateaux au climat relativement sec que dans la région si humide des rivières et des forêts.

Les propriétés déprimantes des climats intertropicaux sont dues à la collaboration de ces multiples causes. Et la dépression organique, affaiblissant l'énergie réactionnelle, laisse le champ libre aux agents morbides et aux prédispositions de toute nature. Les conditions hygiéniques défectueuses viennent encore noircir le tableau : surmenage du corps et de l'esprit, régime alimentaire insuffisant comme qualité et quantité, consommation prolongée des conserves et de produits locaux indigestes, privation de fruits. Ainsi, les diathèses subissent également le contre-coup de la débilitation et de la misère physiologique, les tares mentales comme les autres. Et si il est vrai que personne n'en est absolument exempt, qu'il n'y a pas de ligne de démarcation tranchée entre la saine raison et la folie, on conçoit que les plus faibles ties, les plus simples « manies » (au sens vulgaire du mot) puissent s'exagérer sous le coup de tant de causes inévitables.

Me voici donc ramené au cœur de mon sujet, après une excursion nécessaire, quoique rapide, sur les confins de la Physiologie et de la Médecine. Qu'on l'excuse : ce n'était point un hors-d'œuvre. Chacun sait, par une expérience malheureusement inhérente à l'humaine nature, combien l'état de santé réagit fortement sur le moral de l'individu. Les états morbides lentement et faiblement continus, comme ceux dont j'ai parlé, sont précisément ceux qui affectent le plus le caractère.

A l'influence de la maladie il faut ajouter un peu aussi celle du remède. Je vise particulièrement ici la quinine, dont l'usage est si répandu aux pays chauds, qui même y est souvent administrée avec exagération. J'ai vu, après l'ingestion de fortes doses de ce médicament et pendant la période d'ivresse, des gens de caractère habituellement fort doux manifester une irritabilité et parfois même une brutalité extrêmes. Je n'ai point remarqué que les doses préventives et faibles eussent un résultat analogue. S'il est réel, l'effet en est sans doute peu considérable et ne saurait, dès lors, être dé mêlé au milieu des influences d'autre nature. En outre, comme je suivais moi-même cette pratique prophylactique, mon observation personnelle a pu être troublée par cette circonstance.

A côté de l'influence matérielle, le milieu physique exerce une influence morale non moins réelle : il exerce sur l'esprit une suggestion favorable ou fâcheuse, indéfinissable dans sa cause et dans son essence, et dont l'esprit s'affranchit difficilement. Les vieux acclimatés du Stanley-Pool savent combien, en saison sèche, le ciel gris, l'aspect terreux du paysage, les brumes qui rétrécissent l'horizon, rendent l'esprit morose et assombrissent le caractère. Avec quelle satisfaction, avec quel soulagement on salue la première réapparition des lointaines collines, aux approches de la saison des pluies ! — A l'une de mes missions, j'avais pour collaborateur un brave garçon, qui fut saisi d'un véritable sentiment d'angoisse en pénétrant dans le Congo, au lieu dit « Chaudron d'enfer », non loin de l'embouchure du grand fleuve. Durant toute la campagne, sa poitrine lui parut comme oppressée, depuis qu'il avait pénétré par cette gorge étroite. Au moment où il la franchit de nouveau pour rentrer en France, il poussa un « ouf ! » vraiment comique et se sentit dès lors soulagé. — Cette « peur de l'Afrique » n'est point très rare. Je l'ai observée chez plusieurs, notamment chez un autre agent, qu'elle rendit véritablement malade et qu'il fallut rapatrier huit jours après son arrivée. — Sur beaucoup, au contraire, la vie de brousse exerce une incomparable séduction. Ils en aiment l'existence rude et sauvage pour les souffrances même qu'elle leur fait endurer. Aux uns

elle fournit matière à leur instinct de combativité; pour d'autres, c'est une indépendance, une liberté d'allures tout à fait ignorée dans nos sociétés policées, où l'encombrement humain limite l'initiative individuelle.

L'absence de confortable, les installations rustiques et grossières, l'inélégance des ustensiles d'usage courant, la malpropreté et l'impéritie du personnel domestique pèsent de manière très diverse sur chaque individu. Ce ne sont pas toujours les plus gâtés en Europe qui en souffrent ou qui s'en plaignent le plus. La privation de commodités est un merveilleux maître d'ingéniosité. Lorsqu'il ne faut compter que sur soi-même pour s'abriter, se coucher, se vêtir, se nourrir, on devient vite architecte, maçon, menuisier, tailleur, cuisinier. Jamais dicton n'a été plus vrai : « Comme on fait son lit, on se couche. » On a vu ainsi, dans les pays dénués de tout, se dépenser des trésors d'ingéniosité et de fantaisie, s'ébaucher maladroitement les formes les plus étranges de meubles et de maisons, se confectionner des costumes selon des modes inédites. A ces travaux, la plupart des Européens s'adonnent avec goût et plaisir, d'abord parce qu'ils constituent un tribut sans exemption possible, ensuite parce qu'ils donnent à l'homme la mesure de sa propre valeur et qu'ils comblent chacun au prorata de son intelligence et de son adresse manuelle.

Malheureusement nos désirs et nos conceptions sont nés, ont grandi sur le terrain plus vaste et plus fertile de l'industrielle Europe. Les installations sommaires de la brousse africaine, les expédients infirmes, impuissants contre la souveraine Nature, ces démonstrations patentes de notre faiblesse originelle, en froissant peut-être quelque secret orgueil, triomphent de notre patience et nous font chercher sur d'autres objets un dérivatif à notre humeur exaspérée. Que d'entreprises ruinées par un incendie, par une simple pluie, par la malveillance, et qui avaient coûté tant d'heures et tant de peines! Que d'objets précieux gâtés par l'humidité, détrempés par les orages, rongés par les insectes, pillés par les noirs! Ce n'est, il est vrai, autre chose que la vie, avec ses rares moments de satisfaction, payés par un excès de déceptions et de déboires; mais c'est la vie plus âpre, plus brutale, une vie que les générations humaines ont peu à peu désapprisée, une vie privée de ces dehors au moins qui, chez nous, en enveloppent l'amertume. La loi est morale autant que mécanique : tout acquit, toute satisfaction, l'entretien même de la vie exigent un effort, une dépense, qui a pour équivalent une usure de notre propre vie. Négliger cette contribution, c'est s'exposer aux infortunes. Travail ou malheur sont les deux seules et exclusives

monnaies pour acquitter cet impôt. Ainsi nos revers tirent souvent leur source de notre faute. D'autres fois, le malheur nous vient de vouloir nous maintenir dans un milieu auquel nous ne sommes point adaptés : l'effort qu'exige l'entretien de la vie dans ce milieu réfractaire excède alors nos forces; l'impôt à payer est trop lourd. Tel est, chez nous, le cas du déclassé. Tel est, dans les pays neufs, l'Européen, qui veut trop demander à des conditions extérieures non encore pliées à ses caprices et qui prennent sur lui la revanche d'une nature encore indomptée.

L'ennemi le plus redoutable et le plus dangereux, c'est l'insecte, infatigable et tenace dans ses attaques, invincible par sa multitude, quelquefois funeste et même mortel, lorsque sa piqure empoisonnée instille sournoisement le germe d'un contagio morbide. L'insecte remplace avec avantage les fauves les plus féroces des autres parties du monde. Le tigre ne vous égorge qu'une fois. L'insecte ne fait trêve ni jour, ni nuit; sa petitesse et son infinie multitude lui donnent toutes les audaces. Durant le jour, des colonnes de fourmis coulent en fleuve sur vos papiers, vos mains, votre visage; des monches de mille espèces vous chatouillent, vous lardent, vous sucent. Sur les plateaux, un bataillon d'abeilles met en déroute une troupe de soldats. Quand les magnans envahissent votre maison, n'essayez pas une vaine résistance : donnez la liberté à votre basse-cour et rendez vous-même sans honte la place à l'envahisseur. Les termites entreprennent la ruine de votre domicile, avant l'achèvement de sa construction, transpercent d'outre en outre vos malles de linge, réduisent vos livres en une bouillie terreuse. — Il existe dans les bois de l'Afrique tropicale une minuscule abeille d'odeur repoussante et vivant en innombrables colonies. Mes bûcherons en furent un jour assaillis par de si formidables légions qu'ils en avaient sur le corps une couche épaisse comme la main et qu'il fallut abandonner le travail. — Sur les bords du Ngoko, j'ai vu pendant deux mois consécutifs des papillons passer en flocons serrés comme une tourmente de neige. — Au souper, des légions de tout ce que la gent orthoptère, lepidoptère, névroptère produit d'êtres sexuels s'abattent dans votre maigre potage, s'insinuent dans votre verre, pourtant protégé d'une soucoupe, s'engluent au morceau que vous portez à votre bouche. Deux soirs de suite, observant au théodolite, sur la limite des bassins du Congo et du Nil, ma station fut envahie par un nuage épais de névroptères extrêmement petits, qui s'introduisaient dans le nez, les yeux, les oreilles, et y déterminaient de vives démangeaisons; le verre de mon photophore en fut rempli à tel point que la bougie s'éteignait; il fallut quitter le terrain. — Vaut-on, à la

tombée de la nuit, goûter quelques moments de repos sur une chaise longue, vite les monstiques arrivent, annonçant par leur sifflement le supplice de leurs piqures envenimées. Malheur à qui n'a pas abrité son sommeil sous le rempart étouffant d'une monstiquaire ou bien y a laissé pénétrer un seul de ses ennemis ! Il lui faudra renoncer au sommeil.

Toutes ces petites taquineries, provenant d'être aussi inlines, peuvent paraître des bagatelles à qui n'en a point fait l'expérience personnelle. Il faut pourtant les compter parmi les sources les plus réelles de la mauvaise humeur chez l'Européen. Elles sont petites, mais incessantes. Unités négligeables, leur somme excède la force et la patience humaines. La grosse mouche, qui pose sur la main une large et dégoûtante souillure, succède immédiatement au taon, qui s'envole lourdement, le ventre rebondi et rouge du sang dont il vient de se gaver. Une pluie de fourmis rouges se répand sur la peau en morsures de feu, pendant que la puce chique sculpte son nid sous un ongle de pied.

Ainsi, à moins de se résigner comme le sauvage, l'homme n'a pas la partie belle contre la Nature brutale. Ici l'animalité règne en maîtresse sous le couvert de la flore toute-puissante. Le civilisé ne peut lutter seul et nu contre ces ennemis coalisés. Pour y réussir, il lui faut toutes les ressources de son industrie européenne; par leur moyen, il doit tenter, dans la mesure du possible, de transporter dans ces pays, image de temps préhistoriques qu'il ne connaît plus, le milieu nouveau et artificiel, en quelque sorte, que lui ont créé ses ancêtres et en dehors duquel il ne saurait désormais prospérer ni vivre.

II. — MILIEU HUMAIN.

On admet comme suffisamment démontré que le milieu physique peut, parmi un ensemble de causes très complexes, avoir contribué pour une large part à façonner la mentalité des races. Mais l'action est réciproque; l'homme réagit à son tour sur le milieu qui l'environne. Il en modifie les aspects; il change la nature de ses productions; il en améliore les conditions hygiéniques; il met les bêtes sauvages hors d'état de lui nuire et, au contraire, il les assouplit à son service; il rapproche les distances en aplanissant le sol et sillonnant la terre et l'eau de machines perfectionnées, imaginant des moyens de transport mécaniques; il s'attaque aux forces naturelles, soit qu'il les rende inoffensives, soit qu'il les détourne à son profit; ses travaux de déboisement et d'irrigation arrivent même à modifier ce qui paraît le plus en dehors de ses atteintes, le climat. Mais, en retour, le milieu modifié réagit de façon permanente sur la race, et ainsi se produit

une adaptation continue et réciproque, dont le point de départ se trouve dans le milieu, premier modificateur et stimulateur de l'homme; car, au début de la longue chaîne du progrès, on trouve l'effort de l'individu isolé contre les autres êtres animés et contre la Nature brute, pour la satisfaction des besoins les plus rudimentaires et la défense de sa vie. Tous les instincts, toutes les facultés, tous les ressorts de l'âme se tendent et s'exercent d'autant plus que le milieu se montre plus rebelle. C'est pour la même raison, mais en sens inverse, que les peuples des tropiques se sont endormis, depuis leurs origines, dans une stagnation complète: car le climat, toujours égal, leur crée très peu de besoins et livre contre une faible somme de travail tout ce qu'il faut pour les satisfaire; la densité extrêmement faible de la population ne les incite guère non plus à lutter entre eux pour l'existence.

Comment la civilisation européenne s'imprégnera-t-elle sur ces races, indifférentes par essence au progrès? Des deux facteurs qui nous ont amenés à notre état actuel, le milieu et la réaction du progrès sur soi-même, le premier est nul et plutôt contraire dans les pays nouveaux; le second est le seul dont nous disposons pour modifier, un peu, il est vrai, contre le gré de la nature ambiante, les primitifs, que nous prenons en tutelle. Il nous faut d'abord nous faire suivre de tous nos instruments de progrès et les appliquer à modifier la Nature dans la mesure de notre industrie; il nous faut ensuite constituer un milieu social analogue au nôtre, avec un système approché de droits et de devoirs, de prérogatives et d'obligations. J'ai dit « analogue » et non « semblable »: car notre organisme social et ses lois sont faits à la mesure de ce milieu. Excellents pour lui, il y a tout à parier, comme il arrive effectivement, qu'ils s'adapteront mal à des conditions différentes. Ils devront donc subir quelques retouches pour se mouler sur un corps nouveau et ne le point blesser.

Mais, pour maintenir le nouvel état de choses et pour vaincre l'inertie inhérente à son milieu naturel, il est indispensable que la colonie subisse l'impulsion incessante de l'activité et des intérêts de la métropole. En effet, lorsque la Nature sauvage aura été domptée et aura permis une existence plus molle, l'Européen subira l'influence d'une vie facile et sans préoccupations matérielles sérieuses: il glissera dans l'indolence et le nonchaloir, ou tout parvenus les créoles des vieilles colonies.

§ 1. — Isolement.

Pour l'heure et dans les conditions actuelles, que devient psychologiquement l'Européen, subitement transplanté de sa patrie d'origine dans une contrée

exotique? Il y trouve des conditions tout à fait inaccoutumées : l'isolement moral, un entourage de mœurs et d'idées complètement différentes des siennes, des suggestions régressives, l'affranchissement des entraves sociales.

Si l'on admet cette définition, qu'une société est un ensemble d'individus reconnaissant les mêmes lois, la plupart des possessions européennes en lointains pays ne constituent nullement des sociétés. Car les lois ne sont librement consenties que par la partie la plus intime de la population et sont par elle imposées à l'autre. Il ne peut, d'ailleurs, en être autrement : car l'alliage d'éléments ethniques aussi dissemblables ne saurait prétendre à devenir jamais homogène. C'est le mariage forcé de deux parties incompatibles de goûts et d'humeur : l'une quelconque des deux arrive toujours à tyranniser l'autre ; ici l'Européen reste le maître ; ailleurs l'indigène a pris la suprématie et en abuse. La dissemblance des conceptions, des sentiments, et, si je puis dire, de la conformation intellectuelle et morale tout entière est telle qu'il n'y a qu'un nombre extrêmement restreint de points de contact entre les deux mentalités. Ce n'est pas seulement une différence de grandeur, mais une différence de structure. Ce ne sont pas, géométriquement parlant, des figures semblables, superposables sur une partie de leur étendue, mais des figures différentes, sans angles ni lignes communes et pouvant avoir seulement par pur hasard des portions de surface applicables.

Je vise ici particulièrement le noir africain. Toutefois, si j'en cite les auteurs et les rapports oraux que j'en ai recueillis, la même remarque s'appliquerait aux autres peuples exotiques, quoique avec des modalités et à des degrés divers. Entre les nègres et les individus de race supérieure, il n'y a ni affinité, ni attraction. Recommencez l'expérience tant de fois faite par d'autres et par moi-même : comblez un jeune noir d'attentions et de bienfaits ; montrez lui de la sympathie ; faites le possible pour le rapprocher de vous. Quelques-uns, notamment parmi les races du Sénégal et du Soudan, seront capables de reconnaissance et même d'un dévouement poussé jusqu'au sacrifice. D'autres, tels les Congolais, sont tout à fait incapables de si beaux sentiments. Dans les deux cas, l'expérience, si prolongée qu'elle soit, vous fera toujours sentir entre vous et eux un défaut complet d'harmonie. Et chose remarquable, que j'ai développée dans une précédente étude¹, l'éducation, loin de réduire la distance, ne fait que l'accroître.

Ainsi la société issue de la colonisation n'est

guère qu'une juxtaposition et non une fusion. L'Européen, relégué au sein de populations indigènes, est dans un complet isolement par rapport à ceux qui sont, à proprement parler, ses semblables. Il est plus isolé qu'au milieu d'une nation européenne dont il ignorerait la langue. Il est, si l'on me permet cette comparaison, qui outre-passe de beaucoup ma pensée, comme un berger au milieu de son troupeau. L'échange possible d'idées est extrêmement restreint et ne sort pas du cercle des préoccupations matérielles les plus immédiates.

A ce compte, on conçoit que les facultés intellectuelles et la moralité même s'engourdissent. L'âme, tout comme un organe, a besoin d'un exercice constant dans une atmosphère propice, pour conserver sa vigueur et sa souplesse. L'intense production d'idées dans nos civilisations élevées est éminemment propre à son développement : on l'accuse même, non sans raison, de pousser l'exercice au surmenage. De toutes façons, elle lui crée des habitudes, elle lui engendre des besoins, qui ne trouvent guère leur satisfaction dans la brousse africaine. Après quelque temps de séjour, l'activité mentale se concentre sur elle-même et ne s'épanche au dehors qu'avec peine. On devient taciturne, tandis que le cerveau se livre à des caprices vagabonds. Volontiers on se « raconte des histoires ». Très probablement aussi, la nourriture mauvaise, le jeûne forcé, le surmenage physique, la chaleur intense, la continence contribuent puissamment à cette exaltation psychique, comme il arrive, pour quelques-unes des mêmes raisons, aux ordres monastiques. Le défaut d'échanges intellectuels et l'insuffisant exercice de l'idéation ont cet autre résultat que l'expression de la pensée s'embarrasse et, pour ainsi dire, s'ankylose. J'ai observé plusieurs fois ce fait sur moi-même, après de longs séjours ; l'usage des langues indigènes ne m'en mettait pas à l'abri.

Cette réflexion sur soi-même de l'activité psychique tend à développer sourdement les penchants, les manies, les tares, les déviations morales enfouies, en temps ordinaire, sous le subliminal et masquées ou tenues en bride par la prédominance des impressions extérieures, par la crainte du ridicule, par les nécessités de la concurrence vitale. Le Congo en a présenté de nombreux exemples, tantôt comiques, tantôt tragiques. Je citerai seulement comme type le cas de cet ouvrier mécanicien qui s'était imaginé de dresser sur le sommet de son casque colonial un petit mât avec pavillon et drisse ; celle-ci passait par le trou du macaron et descendait sous la coiffe, jusqu'au devant du veston. A l'approche d'un supérieur, mon homme le saluait en tirant sur la ficelle et amenant vivement trois fois son pavillon.

¹ Essai sur la Psychologie des Races nègres de l'Afrique équatoriale. *Revue générale des Sciences*, 1904, p. 638 et 679.

L'isolement par petits groupes ne vaut pas mieux que la solitude d'un seul homme; souvent, il est pire. La vie en commun ne présente alors quelque attrait que dans le début, quand chacun n'a pas encore épuisé sa provision d'aperçus, ou quand un nouveau venu apporte avec soi les idées et les événements du dehors. Bientôt, les multiples causes d'aigreur, que j'ai énumérées plus haut, échauffent les esprits; les ties, les manies, les petits défauts du voisin font hausser les épaules, puis irritent, puis exaspèrent. On voit des gens naturellement doux devenir féroces. J'ai connu tel bateau stationnaire de la Marine, où les officiers, hommes distingués et de parfaite éducation en temps normal, finissaient par ne plus pouvoir se souffrir, jusqu'à se livrer aux personnalités les plus grossières et aux voies de fait. A peine débarqué, on n'y pensait plus et l'on riait volontiers des extravagances d'autan.

Je crois que l'isolement à deux aboutit moins souvent à l'animosité réciproque. Il est difficile de maintenir longtemps sans froissement en contact journalier des individus indépendants: des moines seuls en seraient capables, parce qu'ils obéissent à une suggestion et à un idéal communs; encore la discrétion du couvent ne laisse-t-elle rien transpirer à l'extérieur des mésintelligences intestines. A deux, si l'éducation antérieure n'est pas trop dissemblable, si la disposition des lieux ne les oblige pas à une vie trop intime, les premières conversations, ainsi que cet instinct secret, mais non inexplicable, qui nous fait sentir immédiatement chez un autre conformité ou dissemblance d'humeur, le premier abord, enfin, place les deux intéressés sur leur terrain commun d'entente. Les entretiens ultérieurs retombent spontanément sur les mêmes sujets. Ceux-ci occupent bientôt une place prépondérante dans l'existence journalière et prennent un peu le caractère de l'idée fixe. Entre les solitaires s'entretient une suggestion réciproque, qui s'amplifie elle-même et surenchérit graduellement sur le thème favori; le jugement s'en trouve altéré, le sens moral affaibli. La nature de la marotte collective est déterminée par les circonstances extérieures et revêt l'aspect badin, grotesque ou criminel selon les cas; elle sera la résultante du terrain dans lequel l'idée aura germé et de l'atmosphère morale, où elle se sera développée. Ainsi se manifestent à tous les degrés, depuis les plus benins jusqu'aux plus graves, des formes d'aberration mentale analogues à ce qu'on a appelé la « folie à deux » et à ce qu'on pourrait appeler, en cas de pluralité, la « folie collective ».

Voilà donc, avec ses effets psychologiques bien nets, un premier facteur propre, quoique non spécial, aux pays nouveaux, l'isolement. Par cer-

taines de ses modalités, dont je viens de parler en dernier lieu, nous sommes conduits à examiner une autre catégorie de faits mettant en jeu cette suggestivité, qui est bien l'une des caractéristiques les plus importantes de l'esprit humain dans l'état de société. L'homme subit consciemment ou inconsciemment une impression morale des objets du monde physique: j'entends de leur aspect, des sensations tactiles ou auditives qu'ils nous procurent, et non plus, comme je l'ai fait vers le début de cette étude, des obstacles qu'ils peuvent opposer à notre activité. En réalité, ce fait n'est point imputable à une suggestion du dehors, émise par des objets inertes; il s'agit là d'une auto-suggestion. En d'autres termes, on doit distinguer deux influences simultanées et différentes: — l'action stimulante ou déprimante du milieu physique, tel que je l'ai esquissé plus haut, modèleur de races indigènes, destructeur des races étrangères; — l'auto-suggestion, provenant de ce que les sensations ou impressions fournies par le monde ambiant satisfont ou contrarient, par des effets d'opposition ou de similitude, soit nos aspirations, soit des habitudes, des aspects, des images associées à des souvenirs heureux ou malheureux de notre vie. Evidemment, il est difficile de séparer cette influence, qu'on pourrait appeler purement morale, des phénomènes de nature physiologique en général, dont j'ai parlé plus haut. Cependant, placez pendant deux ans un agent presque seul sur un seuil rocheux, dans une vallée resserrée, dominée par des escarpements et étouffée par d'épaisses et sombres forêts; immergez-le chaque matin sous les denses et méphitiques vapeurs exhalées des eaux et des bois; faites bourdonner à ses oreilles sans discontinuité, jour et nuit, au long de l'année, le grondement tumultueux d'une cataracte; livre-le à ses pensées, loin des nouvelles d'Europe et des siens, ne voyant qu'à de rares intervalles un visage blanc; recommencez jour après jour sa monotone besogne, isolé, sans diversion, sans une lueur de gaieté, sans même un chant d'oiseau devant ce tableau immuable, au sein de cette Nature toujours identique à elle-même, l'esprit enfin indéfiniment obsédé par cette image d'une désespérante éternité: quel homme, dans ces conditions, ne sentirait son caractère s'assombrir et des germes d'instincts farouches poindre dans son âme. En étudiant mes propres impressions et quoique je ne croie pas être d'humeur sensiblement plus morose que la moyenne des hommes, j'ai souvent éprouvé combien l'éblouissant soleil de l'Afrique tropicale, alternant avec des nuits pleines de mystérieuse terreur, semble, malgré la vie intense, que l'on sent partout présente et cachée, n'éclairer qu'une scène de désolation et

un monde en deuil. La gaité, l'entrain, l'ardeur naissent de la variété. La pâle lueur de nos hivers, en dépit de sa mélancolie, possède encore quelque charme, parce qu'elle apporte un changement d'aspect, parce qu'elle fait penser au dernier été, espérer le prochain printemps. Là-bas, la lumière est écrasante par son intensité et sa continuité; le paysage ne se dépouille presque jamais de son aspect sévère et, si j'ose dire, hostile; il n'offre au repos du voyageur ni une touffe de gazon, ni un carré de mousse; l'ombre de ses arbres est défendue par un rempart de broussailles inextricables. Abandonné à travers ces solitudes inhospitalières, on mourrait de faim, de froid, de fièvre. Je ne me crois autorisé à parler que de ce que je connais par une expérience personnelle, vieille déjà de bien des années; mais, sur la foi de récits lus et entendus, je n'ai nulle peine à admettre que cette partie de la présente étude eût été traitée d'une tout autre manière par un voyageur accoutumé aux aspects d'autres pays du monde, grouillants d'activité humaine et appropriés par le labeur d'antiques civilisations à notre mentalité d'hommes du ^{xx} siècle.

Après le tableau que je viens d'esquisser du paysage de l'Afrique tropicale, considéré au point de vue moral, et que je crois résumer assez bien l'impression la plus générale, on pourrait s'étonner que tant de gens s'attachent quand même à cette brousse si dépourvue de charmes et y reviennent avec tant de persistance. On en trouvera peut-être quelques raisons dans ce qui va suivre. Retenons tout d'abord en passant ces deux grands mobiles : l'amour de l'indépendance et l'amour de l'action. Et retirons toujours de là cet enseignement : que la première indication pour le bien moral de tous (j'y joins du même coup l'indigène, dans les pays nouveaux, c'est de commencer au plus tôt et de poursuivre avec persévérance la transformation matérielle de ces sauvages contrées.

§ 2. — Élément indigène.

Le principal caractère des phénomènes naturels, c'est, par leur infinie diversité et par leur graduelle variation, de n'abandonner aux classifications rigoureuses que leurs grandes lignes et d'échapper par leurs détails à toute espèce de répartition. Quelque attention que j'y apporte, à chaque instant de cette étude, je tombe dans le même défaut : car je ne puis, sans vicier l'ordre naturel des choses, rompre à tout moment l'enchaînement qui les lie. Si le lecteur, soucieux de cadres réguliers, est choqué de mes négligences, que mon aveu lui montre au moins que je suis excusé par le cas de force majeure et que le reste de confusion, que je n'ai pas su éviter dans cet essai d'analyse, a cet

avantage de rétablir les transitions et les connexions réelles et rendre à l'ensemble un peu de sa complexité véritable. En abordant le second point des faits de suggestivité chez l'Européen aux pays chauds, je m'aperçois que j'en ai déjà traité une partie en parlant de l'isolement. Ces deux points étaient, en effet, inséparables, particulièrement en ce qui concerne l'entourage européen : car l'isolement est précisément une des meilleures conditions pour mettre un homme en état de réceptivité psychique, parce qu'il laisse l'attention du sujet s'abstraire sur un objet unique. — Faisant encore un effort pour mettre quelque clarté sur ce nouveau point de vue, nous distinguerons deux facteurs assez définis : — l'élément indigène, en tant qu'il influe sur notre instinct d'imitation; — la nature des rapports des éléments étrangers avec l'élément indigène.

Les grandes lignes du décor africain viennent d'être esquissées; les peuples qui l'habitent ont été longuement décrits dans la *Psychologie des Nègres de l'Afrique équatoriale*¹. Ce tableau d'un monde primitif, préhistorique pour ainsi dire, dépayse complètement le nouvel arrivé, l'arrache à une civilisation relativement douce et élémentaire, pour le plonger d'un coup en pleine barbarie et le faire sauter, par un bond en arrière, jusqu'aux âges les plus reculés de l'humanité. Dans une étude qui a principalement pour objet d'enregistrer des observations, et si possible de déterminer les causes prochaines, il convient de ne préjuger d'aucune théorie, même des plus accréditées à l'heure actuelle. Il est sage d'être très circonspect dans ce genre d'interprétations et surtout dans leur application à la pratique. L'histoire des théories n'est qu'un perpétuel écroulement, d'où ne survit qu'une parcelle des conceptions qui avaient paru d'abord les plus décisives. Moyennant des restrictions, et en quelque sorte à titre d'image, je dirai que tout se passe comme si, soustrait au foyer de sa culture et de ses progrès, retrouvant le souvenir perdu de ses origines dans la senteur sauvage des forêts, reconnaissant obscurément, à travers plus de cinquante siècles, dans les primitifs actuels ses aïeux de l'âge de bronze, l'Européen remontait les chemins de l'histoire et tendait à marquer un degré plus ou moins prononcé de régression morale.

On pourrait aussi, en laissant à l'hérédité la seule tâche de transmettre les aptitudes, dire que, emmagasinés dans d'énormes masses humaines comme la force vive en un gigantesque volant à rotation rapide; inculqués avec le lait par des générations intimement engrenées les unes dans les autres; consentis et pratiqués sans examen par

¹ Loc. cit.

l'immense majorité, les concepts et les principes moraux persistent à l'état latent dans la subconscience, longtemps après l'éclosion d'idées nouvelles, qui ne forment, durant de longues périodes, qu'une couche superficielle et fragile.

Nous n'en sommes plus, fort heureusement, aux horreurs des *conquistadores*. Mais, à notre époque, qui se dit civilisée, toutes les gradations se présentent en pays nouveaux, depuis la douceur et la sévérité mesurée jusqu'aux pires atrocités de l'Inquisition. Comme, en abordant cette étude purement philosophique, je me suis fait une stricte loi d'éviter tout ce qui pourrait avoir même l'apparence d'une personnalité, je me garderai bien d'invoquer ici des exemples, que tous les coloniaux ont présents à la mémoire et dont le public même, en Europe, a eu les échos à diverses époques et en divers pays. Ce public a, d'ailleurs, été victime d'une illusion assez commune, qui porte à étendre considérablement les faits exposés à la vive lumière de la publicité; on a trop généralisé. En réalité, ces cas excessifs ne sont pas très communs. Généralement tout se borne à de simples brutalités, plus préjudiciables à la dignité et à la gravité de l'Européen qu'à la peau de l'indigène. Ces faits, néanmoins, montrent bien comme l'adoucissement des mœurs et les sentiments d'humanité ont encore pénétré peu profondément notre éducation. On le comprendra encore mieux, quand on verra à quels motifs souvent futiles ce mince vernis est susceptible de céder et quelle disproportion il y a fréquemment entre l'excès du châtimement et son prétexte. Ce prétexte est l'étincelle déchaînant l'explosion de toute une masse d'instincts sommeillants, de préjugés secrètement accumulés, puis surchauffés, envenimés par les mille coups d'épingle, les innombrables zizanies, que j'ai énumérées plus haut.

Les faits de sévices sur les indigènes apparaissent partout où leur mentalité heurte la nôtre. Ils ont pour point de départ cette conviction à peu près universelle et dont l'essence simpliste empêche de voir l'erreur : que la violence est le plus sûr moyen d'apporter immédiatement un changement radical dans la conduite, les idées et les mœurs de toute une race. Ce procédé était le seul en usage, et certainement le meilleur, aux premiers âges de l'humanité, lorsqu'il suffisait d'attaquer son semblable et de le terrasser, si l'on pouvait, pour le manger. Plus tard, le but fut de voler sa victime. Mais, à mesure que la lutte s'est mise sur un terrain plus élevé, l'homme n'a guère su dresser sa conception au même niveau et transformer parallèlement ses procédés de conquête¹.

On oublie trop que le mobile essentiel de l'homme ne réside nullement dans l'abstraction, mais dans l'intérêt personnel ou collectif, ce dernier n'étant, du reste, qu'une forme composée de l'autre, et ce terme d'intérêt étant pris sous toutes ses acceptions possibles : intérêt de conservation personnelle, intérêt de conservation de la race, intérêts moraux, intérêts religieux, etc. Quand, d'occasion, la force parvient à triompher et à troubler un état de choses établi, elle crée une anomalie, une monstruosité momentanée. Le vaincu adopte la conduite que lui dicte la nécessité du moment; mais toutes les forces de la Nature réagissent aussitôt pour rétablir l'équilibre. L'intérêt est une des forces les plus puissantes qui soient. Un ressentiment plus ou moins hypocrite prend naissance sous la poussée de l'hérédité, de l'éducation, de traditions tacites; les conditions physiques du milieu conservent tout cela dans une atmosphère propice et le maintiennent inaltérable et fixe, même sous des apparences contraires. Il faudrait que le conquérant arrivât à bouleverser à la fois ce puissant substratum psychologique et ambiant pour imposer à ses nouveaux sujets une identification parfaite avec son propre caractère, ses mœurs et ses mobiles d'action. Cette entreprise excède le pouvoir humain. Sous la pression étrangère réagit lentement et invinciblement le ressort des lois naturelles, un moment tendu.

Ce qui vient d'être dit paraîtrait décourageant, si la colonisation n'avait la ressource de trouver des armes dans cela même qui la tient en échec. Elle dispose, dans ce but, de quelques faits sociaux, qu'elle peut modifier à son gré : l'accroissement de la population par immigration, l'apport de capitaux, l'amélioration économique du pays, les travaux d'art, le développement des moyens de communication, le défrichement, la culture. Si ce mouvement s'est opéré avec continuité et lenteur, l'indigène passera insensiblement de son milieu original à un milieu notablement différent, sans en être, pour ainsi dire, étouffé; loin de là, son intérêt de conservation lui conseillera, à son insu, une adaptation progressive : l'introduction dans son pays de la concurrence vitale le mettra mieux que toute coercition dans l'obligation de travailler. Je ne dis pas que son âme s'identifiera à la nôtre. Que nous importe? Quel but poursuivons-nous? Est-ce un but d'humanitarisme abstrait? Est-ce un intérêt égoïste? Pourquoi tiendrions-nous obstinément à civiliser ces gens auxquels leur condition ne pèse nullement. Le rapprochement de leurs intérêts matériels au contact des nôtres n'est-il pas le meilleur moyen, pour ne pas dire le seul, d'ouvrir à notre culture un petit sentier vers leur âme? Et, d'un autre côté, ces procédés de « douce contrainte » n'ont-ils pas

¹ Novikov : *Les Luites entre les Sociétés humaines*.

l'inestimable avantage de ménager à nos entreprises une main-d'œuvre que nous ne saurions remplacer et que la violence détruit ou nous aliène?

— Le dressage de certaines races animales, leur cohabitation auprès de l'homme les a tellement modifiées, leur a si bien fait oublier leur existence ancestrale qu'elles ne sauraient maintenant se passer de vivre dans les sociétés humaines et que le retour à la vie sauvage serait pour elles un arrêt de mort. Tous les dresseurs sont d'accord pour affirmer que la violence hute un animal, que la douceur et la patience surtout sont les seuls moyens d'en venir à bout. L'être à forme humaine qu'est le nègre a au moins droit au même traitement; et il a droit à notre considération, parce qu'il est notre frère inférieur. Si l'on ne s'attend pas qu'un chat saute de lui-même à travers un cerceau de flammes, pourquoi suppose-t-on que le nègre se prêtera sur la première réquisition à toutes les exigences : terroires, vivres, femmes, corvées, produits industriels? Distinguera-t-il, dans son esprit simpliste, entre l'arbitraire d'un particulier et les contributions d'ordre administratif? Les unes comme les autres lui sembleront violence et spoliation. Sur quel criterium reconnaîtra-t-il la légitimité de celles-ci de l'injustice de celui-là, tant qu'il n'aura pas acquis une notion sommaire de nos organismes sociaux, si compliqués pour lui; tant qu'il n'aura pas apprécié la solidarité qu'ils créent entre les individus d'un même groupement, ainsi que les devoirs qu'elle lui impose et les avantages personnels qu'il en peut retirer?

Certains aussi veulent contraindre par force le noir à travailler, pour lui donner, disent-ils, le goût du travail. Cette assertion me met dans un grand embarras : car elle me place, dans l'état actuel des choses, entre une hérésie économique et un crime de lèse-humanité. De par son climat, le nègre n'a qu'un nombre extrêmement limité de besoins. A-t-on jamais vu personne travailler sans but, sans désir, par vaine et stérile acquisivité? Mais alors, si vous imposez au nègre dix heures de travail par jour et que deux heures, par exemple, suffisent à son entretien journalier, les huit heures supplémentaires sont purement gratuites et ne servent qu'à vous. Qu'est-ce autre chose que de l'esclavage? Même si vous voulez rétribuer ce travail, pour en dissimuler la vraie nature, n'est-il pas évident que vous pouvez indifféremment payer en argent, en étoffes ou en cailloux? On voit ainsi, dans un pays voisin du Congo français, l'indigène bourrer sa case de marchandises inutiles, stérile rémunération de fournitures forcées d'ivoire et de caoutchouc, et que dévastent promptement l'humidité et les insectes. Ici encore, l'obéissance pure et simple aux lois naturelles, aux lois économiques en particulier, se

montre supérieure à leur violation et aux procédés de coercition. Dès le moment que l'indigène aura à sa portée et saura disponible pour lui une abondance d'avantages de toutes sortes, produits de consommation, vêtements, parures, ustensiles, sans compter la protection de sa personne et de ses biens, il sera libre de choisir entre le vol, qui est une application inintelligente et imprévoyante de la loi du moindre effort, et le travail. Le premier parti lui sera interdit par des moyens sociaux appropriés et surtout par la simple concurrence vitale, devenue plus active à cause de l'encombrement humain; son intérêt lui commandera d'adopter le second.

Le lecteur a pu croire peut-être que je viens de me livrer à des digressions tout à fait étrangères à mon sujet. Il n'en est rien pourtant : car j'y ai traité des causes les plus communes de conflits. Si j'ai su les présenter sous leur véritable aspect, on y aura reconnu l'emploi de méthodes rétrogrades et maldroites : pour le fragile avantage d'un succès superficiel et éphémère, les colons imprévoyants blessent l'humanité et, ce qui devrait surtout les toucher, compromettent l'avenir des intérêts bien compris de la colonisation. En résumé, il faut se pénétrer de ceci — l'expérience le démontre surabondamment — qu'il est impossible, par des moyens artificiels et violents, d'imposer à une race entière une évolution si minime qu'on voudra. Pour que cette évolution soit effective, et non pas seulement apparente, la race doit l'opérer spontanément. L'unique et plus puissant levier dont dispose le civilisé pour déterminer ce mouvement, c'est de rendre l'évolution nécessaire, en modifiant le milieu social et, dans la mesure du possible, le milieu physique. La mentalité de la race suivra le progrès d'un pied boiteux et de très loin; mais elle s'accommodera à ces nouvelles conditions matérielles pour le plus grand profit des indigènes et de nous-mêmes. On a souvent tout gâté d'avoir voulu aller trop vite.

Ajouterai-je à ce qui précède d'autres causes de conflits moins essentielles, mais qui tendent toujours à développer un certain degré de régression morale : — la conquête à main armée et les représailles qu'elle entraîne; le désir de frapper de terreur l'imagination du conquis et de lui imposer ainsi le respect de ses nouveaux maîtres; le brusque afflux d'un nombre d'étrangers plus grand que le pays n'en peut nourrir; — l'enlèvement des femmes par les auxiliaires indigènes : rares sont les palabres causées de ce fait par des Européens; — deux autres causes très fréquentes : les exactions commises par les troupes noires; l'infidélité des interprètes, qui travestissent à leur profit les communications dont ils sont chargés et brouillent ainsi très souvent les meilleures relations; — l'absence de formes légales à la justice, qui permet l'arbitraire.

l'emploi de procédés inquisitoriaux et les exécutions sommaires, formes régressives d'une justice primitive, basée sur des suppositions ou des témoignages de nègres toujours suspects.

§ 3. — Relâchement du frein social.

Ce dernier point, commun par plus d'un côté à l'indigène et à l'étranger, confine au troisième facteur de la psychologie européenne aux pays chauds. C'est peut-être le facteur le plus important des trois. Je veux parler du relâchement du frein social.

Qu'est-ce qui maintient l'homme policé dans certaines limites modérées de conduite? Qu'est-ce qui l'empêche de s'abandonner à tous les écarts, à toutes les fantaisies, que lui suggèrent ses intérêts et ses passions? — Ce n'est point ici le lieu de rechercher le fondement de la morale; tant d'autres l'ont fait, beaucoup plus autorisés que moi sur cette matière! Et si longtemps encore on disputera sur ce sujet palpitant! Je m'en tiendrai à la pratique, que vise essentiellement le présent travail.

Or l'exercice de notre liberté est limité de deux manières : par notre volonté et par la volonté des autres.

Ce qui guide notre volonté répressive, c'est soit un idéal, soit diverses formes de l'intérêt. Il serait superflu d'examiner avec quelques-uns si l'intérêt n'absorbe pas tout et s'il n'est au principe même de tout idéal. Quoi qu'il en soit, on rencontre des personnes d'élite, portées à l'abnégation, qu'une conception élevée du devoir fait agir parfois à l'encontre de leurs intérêts. Ou, si l'on veut, il existe un intérêt de l'idéal, en ce sens que l'idéal, suffisamment cultivé, s'organise en quelque sorte et crée des besoins, qui demandent satisfaction tout comme les besoins naturels. On pourrait admettre que cet idéal existe à l'état embryonnaire chez les primitifs et qu'il évolue conformément à une loi naturelle; la morale universelle tend ainsi asymptotiquement vers une limite infinie qu'elle ne peut jamais espérer toucher d'une manière parfaite. Le fonds commun des principes moraux est à peu près partout le même et se ramène à un nombre très restreint de formules. Il pourrait se résumer dans le respect de la personne d'autrui, étendu à la propriété, qui est une émanation de la personnalité humaine. Dépasant ce terme de « respect », on aboutit à la charité, qui consiste, non seulement à sauvegarder la chose d'autrui, mais encore à l'accroître.

Le nombre des hommes qui cultivent l'idéal moral pour lui-même est excessivement petit; je crains bien que, dans l'humanité entière, il ne soit que de l'ordre des unités. Une autre catégorie, immensément nombreuse, professe des croyances religieuses ou subit, soit consciemment, soit à son insu, l'in-

fluence d'idées religieuses ancestrales. Ils ont anthropomorphiquement transporté dans le monde moral les sanctions pénales de la vie sociale. Le frein intime, au lieu d'être, comme pour la première catégorie, l'amour du bien en soi, n'est plus que la peur de l'au delà, figuré par la lutte de deux principes ou deux divinités, l'une bonne, l'autre mauvaise; le premier principe triomphe toujours et applique des châtimens *ante*, mais surtout *post mortem*, au prorata des fautes commises durant la vie.

Assurément, l'idéal, quel qu'il soit, est le meilleur frein aux abus de la liberté. Mais, en dehors des deux catégories précédentes, reprouvées par le Nietzscheisme, s'échelonnent, avec tous les degrés de transition possibles, les amoraux, desquels encore sont deux espèces, les habiles et les inintelligents ou maladroits. Les degrés de la moralité ne concordent pas, d'ailleurs, d'une façon absolue avec les classes sociales, établies selon la fortune, l'éducation, les préjugés.

Or, ainsi que je l'ai déjà indiqué, abstraction faite du frein intime, il existe autour de nous une puissance, à peu près complètement indépendante de nous et qui s'oppose à l'expansion illimitée de nos volontés, de nos désirs, de nos passions. Cette ennemie de nos caprices est représentée par la somme algébrique des volontés, des désirs, des passions de nos contemporains; et, si j'ai usé de ce terme mathématique, c'est que les tendances ambiantes sont partie analogues, partie contraires aux nôtres. Entre ces tendances diverses, dont la nôtre, s'établit un équilibre presque stable ou dont les variations oscillent autour d'une valeur, soit permanente, soit graduellement variable. Telles, dans l'eau de savon insufflée, se forment de nombreuses cellules, qui tendent individuellement à la forme sphérique, mais, par pression réciproque, deviennent polyédriques; chacune abandonne un peu de son espace au développement de ses voisines en retour d'une pareille concession de la part de celles-ci. Cet état d'équilibre est traduit et sanctionné par des préceptes moraux et des lois juridiques; la condition de son respect par les minorités est dans la coalition des forces de la majorité; par application de la division du travail, celle-ci délègue ce soin à des corps spéciaux, police et tribunaux. L'homme, qui entre en lutte avec la société, pour quelque raison que ce soit, fait preuve d'insintelligence : car il ne comprend pas à quelle puissance prolifique il s'attaque. Ou bien c'est un novateur trop pressé, qui prétend à lui seul animer cette colossale inertie. Coup de poing contre la montagne.

Comparaison n'est pas preuve; elle est au moins un excellent moyen d'abréger le discours. — Nos

cellules de tout à l'heure sont remplies d'un gaz, qui ne demande qu'à satisfaire à son élasticité naturelle. Cette tension interne représente, en quelque sorte, la personnalité humaine. Celle-ci se manifeste aussi par une force d'expansion, définie en direction par l'intelligence et l'ensemble des concepts hérités ou acquis, — en grandeur, par une somme de termes, auxquels j'ai déjà fait allusion vers le début de ce travail et qui, tout en étant réductibles entre eux, se présentent sous des formes variées : conservation de l'existence, ambition, progrès et amélioration individuels, recherche de la plus grande intensité de vie. Elle est en réaction constante et réciproque avec les cellules ou personnalités environnantes. Si elle tente contre l'ambiance une poussée trop brusque, qu'elle se mette d'en recevoir en retour un choc qui l'écrase ; tel ce boxeur qui frappe d'un coup de poing le ballon suspendu par un cordon de caoutchouc et en reçoit aussitôt la riposte avec la même force d'impulsion qu'il lui avait imprimée. L'amoraliste habile doit toujours craindre ces retours vengeurs, qui sont l'effet d'une loi naturelle et auxquels les religions ont donné une origine divine : il n'y a là qu'une distinction de mots. La saine morale prescrit de fuir à la fois ces deux écueils, funestes au progrès de la personnalité humaine : l'abnégation totale qui est un suicide moral, — le froissement d'autrui qui provoque les représailles impitoyables de la puissante coalition des intérêts lésés. La personnalité ne doit donc se manifester que par une pression lente et tenace, sans choc brusque, mais toujours semblable à elle-même et se conformant à la conception actuelle de l'idéal moral.

Reprenons maintenant notre masse de gaz, qui est la personnalité humaine, comprimée dans sa double enveloppe, représentant respectivement le frein social et le frein intime. Que le frein social vienne à manquer pour une cause quelconque, si le frein intime manque aussi, la bride est lâchée aux instincts et aux passions. De ce fait nous voyons de fréquents exemples dans la vie journalière de nos sociétés policées : le réseau des lois ne garotte pas si bien l'initiative individuelle, il ne prévoit pas assez bien tous les cas possibles, pour qu'il n'existe pas partout des fissures, par où le fluide des passions tend à obéir à son expansion naturelle. Ainsi se produit la multitude des petits délits journaliers, que nulle pénalité n'a prévue et ne peut atteindre. Ainsi également se font jour, dans les grandes commotions sociales, les excès de toute nature, alors que le faisceau des lois est rompu, que la dissociation de la communauté en affaibli l'énergie répressive et qu'on voit remonter de tous côtés les boues les plus abjectes de la populace. On va voir un résultat

pareil provenir de la transplantation de l'homme en pays sauvage.

Preons un représentant de chacune des deux grandes catégories morales que j'ai distinguées tout à l'heure : l'un à frein intime robuste, l'autre à frein intime débile ou nul. En Europe, ils diffèrent assez peu entre eux au point de vue de la conduite générale et des rapports sociaux. Je laisse, bien entendu, de côté le cas extrême du délinquant habituel, qui constitue une sorte de type pathologique. Il nous suffit de constater, pour deux cas assez distants, pris dans la moyenne de la population, que le frein extérieur ou social les maintient pratiquement dans des limites morales restreintes et peu dissemblables.

Transportons-les maintenant en une contrée éloignée, où n'existe plus ce coudolement étroit, qui emprisonne l'initiative, où l'appareil des lois est, par l'effet de la distance, dépouillé de presque toute sa puissance répressive. Alors tend à se produire dans ces deux mentalités une rupture d'équilibre. — D'un côté, elles sont sollicitées par un système compliqué d'idées raffinées, de goûts artistiques, de besoins nés à l'usage d'instruments perfectionnés et d'inventions commodées : toutes choses qui ne trouvent nullement leur satisfaction dans le complet dénuement de la Nature sauvage. L'organisation physiologique même, devenue trop délicate, ne sait plus se réadapter à des conditions depuis longtemps oubliées. Le plus borné des deux ressent comme l'autre cette privation, ce vide ; car c'est une affaire non d'intelligence, mais d'habitudes profondément enracinées ou même organisées. — D'un autre côté, le frein social manque, c'est-à-dire les désirs concurrents de nos désirs, les ambitions ennemies de nos ambitions, les appétits armés contre nos appétits, et, résumant cet ensemble d'antagonismes, les conventions et les lois. Comment réagiront nos deux individus devant le déplacement du centre de gravité moral ? Chez le premier, le frein intime fera contrepoids et empêchera la chute. Si même sa culture morale est assez développée, il éprouvera quelque satisfaction à sa victoire et un légitime orgueil à constater son empire sur soi-même. L'autre fera la culbute complète, dès le moment qu'il se sentira affranchi de toute entrave et de tout contrôle. Les vertus chancelantes ont vite perdu l'équilibre, sitôt qu'elles cessent d'être solidement maintenues et qu'elles peuvent impunément « tuer le mandarin ». Ainsi disparaissent les instincts, les tares, les vices, les monstruosité latentes. Ainsi l'indélicatesse, le vol, la criminalité arrivent à percer le vernis de l'homme civilisé.

On ne saurait prétendre que, parmi tout un peuple, il ne se trouve que des prix de vertu. Si, à la rupture d'équilibre dans l'ambiance morale, les

événements, les circonstances viennent ajouter leur coup d'épaulé, si l'individu est jeune, inexpérimenté, s'il est de nature fruste, d'éducation rudimentaire, n'y a-t-il pas quelque pharisaïsme à l'accabler de sa faute? Et cependant la nécessité sociale ne dicte-t-elle pas la rigueur? Je suis avec l'Évangile pour l'excuse, avec la justice humaine pour la condamnation. Philosophe, j'accorde les circonstances atténuantes; juré, je demeure impitoyable, parce que je dois compte à mon pays de sa dignité et à l'humanité de son progrès moral.

III. — RÉSUMÉ.

Me voici arrivé au terme de l'étude des facteurs généraux de la psychologie de l'Européen en pays exotiques. Je les ai parcourus selon un ordre en quelque sorte objectif. Avant de passer outre, je crois intéressant d'en donner un tableau d'ensemble, qui en montrera, sous une forme peut-être plus intuitive, les relations assez complexes. J'y adopterai l'ordre subjectif par rapport à l'individu. Le schéma ci-contre résume à ce nouveau point de vue l'ensemble des faits exposés précédemment. Il montre en présence le monde extérieur, soit local, soit européen, et la personnalité psychique de l'Européen lui-même. Celle-ci comprend les trois grandes phases du cycle réflexe : — impression du monde extérieur; — élaboration et fixation dans les centres nerveux, depuis ceux qui président aux simples fonctions organiques jusqu'à ceux qui sont en relation avec les phénomènes intellectuels les plus élevés, — transformations des réflexes organiques ou psychiques, immédiats ou retardés, en manifestations extérieures et en actes.

Ce schéma est à double entrée; il se lit en deux sens : l'un, vertical, de haut en bas, suit l'ordre des phénomènes successifs, tel que je viens de le rappeler, ordre commun à tous les êtres vivants; l'autre, horizontal, de gauche à droite, marque les deux termes extrêmes de l'évolution psychologique, le premier réduit au stade de la vie purement organique et des manifestations les plus simples du psychisme, le second exprimant, au contraire, le stade le plus élevé dans la période actuelle de l'évolution humaine. Un vide ménagé entre les deux parties laisse place pour tous les termes que l'on pourra imaginer d'y intercaler. Si donc, dans le cas qui nous intéresse, on veut considérer un Européen d'une éducation, d'une intelligence, d'un caractère donnés, qu'on imagine un plan vertical perpendiculaire au plan du tableau et le comptant à une distance des extrêmes proportionnelle à son degré de culture et de moralité; on aura ainsi, pour ce cas particulier, une image des diverses ré-

actions que représentent les autres particularités du tableau.

Considérons plus spécialement la phase moyenne du grand cycle réflexe, et conservons le terme « centre » pour plus de concision et de clarté. Entre les deux points extrêmes, placés ici à gauche et à droite, il existe un nombre immensément grand de centres échelonnés par degrés insensibles. C'est comme une sorte de vaste harpe composée de cordes très rapprochées et qui, par un phénomène de résonnance, rendent les harmoniques des sons qu'on leur fait entendre. De même, les phéno-

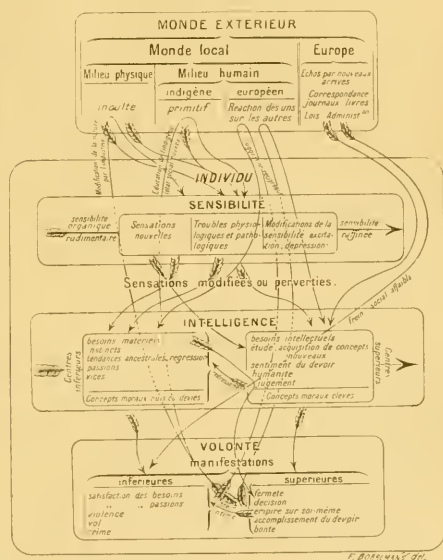


Fig. 1. — Influence du monde extérieur sur la personnalité psychique de l'Européen.

mènes du monde extérieur font vibrer, dans la hiérarchie si riche des centres nerveux, ceux qui sont en conformité avec eux et y réveillent de vieux réflexes oubliés ou qui, obscurément hérités, sont toujours restés dans la subconscience. Ainsi, envisageant la question sous ce nouvel aspect, nous voyons encore que la Nature et les mœurs sauvages, retrouvées par l'Européen dans les pays nouveaux, le rappellent en arrière et le font reculer vers des mentalités éloignées dans le passé; comme Cagliostro, il se souvient, mais inconsciemment, de personnalités antérieures du Moyen-Age, de l'Antiquité, des temps primitifs. Les centres supérieurs exercent un contrôle et une action de retenue d'autant plus intenses que le plan vertical, dont j'ai parlé tout à l'heure, se trouve reporté à une grande distance sur la droite : car alors ces centres supé-

rieurs croissent en nombre et prennent la majorité.

Sur le schéma, des flèches indiquent ces différents rapports et, de proche en proche, conduisent de l'impression du monde extérieur jusqu'à l'acte. Si j'ai su être clair depuis le début de ce travail, on lira sur le schéma les plus essentiels au moins des faits exposés précédemment, comme un étudiant géomètre retrouve sur la figure les lignes dont lui parle le théorème. De longues flèches sinuées, rejaillissant de bas en haut, représentent les réac-

tions que l'individu peut exercer à son tour sur le monde extérieur, et les nouvelles impressions qu'il en peut recevoir par la suite.

Dans un second article, j'examinerai l'influence des facteurs individuels sur la psychologie de l'Européen aux pays chauds.

D^r Ad. Cureau.

Administrateur en chef des Colonies.
Lieutenant gouverneur du Moyen Congo

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

DEUXIÈME PARTIE : TISSUS. ÉCHANGES NUTRITIFS. SANG. URINE.

Dans une première partie¹, nous avons passé en revue les travaux récents relatifs aux matières protéiques, aux aliments, aux diastases et à la digestion; nous allons maintenant examiner ceux qui se rapportent aux tissus, aux échanges nutritifs, au sang et à l'urine.

I. — QUESTIONS RELATIVES A LA CONSTITUTION ET A LA FORMATION DES TISSUS.

Sous ce titre, nous étudierons quelques questions dont le lien avec ce qui précède apparaîtra tout de suite. Et d'abord celle-ci : Où se fait, après l'absorption digestive, cette reconstruction des protéiques dont il vient d'être question.

Cette transformation s'opère soit au niveau de la paroi digestive, soit au niveau des tissus. Dans la seconde hypothèse, la composition des protéiques de la ration influencerait sur celle des protéiques du sérum. E. Abderhalden et F. Samuely² ont donc fait à un cheval une saignée de 6 litres, puis, après huit jours de jeûne, une seconde prise de 6 litres. L'animal a reçu ensuite pendant trois jours 3 kilos de gliadine de froment, matière albuminoïde qui contient 36,5 % d'acide glutamique, tandis que le sérum-albumine du cheval n'en donne que 7,7 et la sérum-globuline que 8,5 %. Pendant ces trois jours, on a enlevé à l'animal 7.500 centimètres cubes de sang, saignées qui ont été bien supportées. Or, il s'est trouvé que, dans les protéiques du sérum de ce sang, la teneur en acide glutamique n'avait pas varié. Bien qu'on puisse faire à cette expérience diverses objections, que les auteurs exposent eux-mêmes avec beaucoup de soin, on peut conclure avec beaucoup de vraisemblance que

la gliadine avait été transformée, soit déjà au niveau de l'intestin, soit peut-être par le foie. L'expérience serait donc à reprendre en s'adressant, cette fois, au sang de la veine porte.

Dans le même ordre d'idées, E. Abderhalden et Rona³ ont recherché si, en variant l'alimentation azotée de l'*Aspergillus niger*, on parvient à saisir une différence dans la composition de la partie protéique de la récolte. Or, le résultat a été qu'en prenant comme aliment azoté un nitrate, du glyco-colle ou de l'acide glutamique, l'hydrolyse de la récolte obtenue fournit les mêmes acides aminés, soit du glyco-colle, de l'alanine, de la leucine, de l'acide glutamique ou de l'acide aspartique. Les acides aminés aromatiques ont partout fait défaut. Le résultat a donc été négatif, du moins au point de vue qualitatif. L'expérience reste, d'ailleurs, passible d'une objection grave, que les auteurs ne se sont pas dissimulée. Il est probable que les tissus du végétal en question contiennent plusieurs protéiques, de composition différente. Si donc on avait vu diminuer certains acides aminés dans l'ensemble de la récolte, ce résultat eût pu s'expliquer tout simplement par la disparition ou la diminution quantitative d'un protéique richement pourvu de ces acides. Ce sont donc les modifications des divers protéiques considérés un à un qu'il faudrait pouvoir étudier.

La tâche est lourde, mais le problème présente un intérêt considérable. On a été conduit à la fin de la première partie à cette conclusion que la digestion joue un rôle considérable dans le maintien de la spécificité des constituants chimiques propres à chaque espèce. Mais on conçoit que cette défense des organismes puisse ne pas être absolue, et qu'en modifiant les conditions d'existence, d'alimenta-

¹ *Revue gen. des Sciences*, du 15 avril, t. XVII, p. 326.

² E. ABDERHALDEN et F. SAMUELY : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 193, 1905.

³ E. ABDERHALDEN et RONA : *Ibid.*, t. XLVI, p. 179, 1905.

tation, etc., d'un être vivant, il soit possible de faire varier la structure des molécules constitutives, et conséquemment toutes les propriétés vitales de cet être. C'est le problème posé et poursuivi par A. Gautier¹ dans ses recherches sur la variation de l'espèce *Vitis vinifera* corrélatrice de celle du pigment rouge qu'elle produit et sur les tannins des diverses variétés de cépages.

Le même problème se pose au point de vue pathologique. Déjà on a recherché si, sous l'influence de l' inanition ou de certains agents chimiques, on parvient à modifier la constitution chimique des protéiques de l'organisme, c'est-à-dire si, au lieu d'un éroulement total de la molécule, il pouvait se produire simplement un départ de certains groupes, départ qui laisserait subsister ainsi des protéiques autres que ceux qui, auparavant, caractérisaient l'état normal de cet être. Ainsi Umber² a recherché si, en donnant à des chats maintenus à jeun de l'acide benzoïque, — lequel s'élimine à l'état d'acide hippurique, en emmenant donc avec lui du glyco-colle, — on arrive à modifier la composition des protéiques de l'organisme.

On doit se demander, en outre, si, dans les affections du tube digestif ou de la nutrition, l'organisme réussit toujours à défendre et à maintenir cette spécificité de ses constituants chimiques. Un contenu cellulaire peut devenir pathologique non seulement par un excès ou un déficit d'un constituant normal, ou par l'introduction d'une substance étrangère, mais aussi par ce fait qu'un de ses constituants normaux, un protéique par exemple, a été modifié dans sa structure par le départ ou la transformation de l'une ou l'autre des pierres qui constituent l'édifice moléculaire de ce protéique. On touche ici à la notion proprement chimique de la *dégénérescence*, qui jusqu'à présent a toujours été présentée à l'esprit des médecins sous sa forme anatomo-physiologique³.

II. — ECHANGES NUTRITIFS.

LES TRANSFORMATIONS DES NUCLÉOPROTÉIDES.

§ 1. — La transformation des nucléoprotéides alimentaires dans l'intestin. — La source exogène de l'acide urique.

Cette question de la transformation des nucléoprotéides alimentaires dans l'intestin, demeurée très obscure pendant longtemps, vient d'être très clairement mise au point par A. Schittenhelm. Outre l'intérêt biologique général qu'elle présente,

elle doit retenir l'attention des médecins, les nucléoprotéides des aliments représentant, par les bases puriques qu'ils fournissent, l'une des deux sources qui alimentent la production de l'acide urique, la *source exogène*. Voici quel est l'état actuel de cette question, d'après l'exposé d'ensemble de A. Schittenhelm⁴, à qui l'on doit de nombreuses recherches dans cette direction.

L'aliment le plus riche en nucléoprotéides et, par suite, en bases puriques est le thymus, qui contient 0,402 % de purines; puis viennent le foie (0,110 %), la chair musculaire des animaux de boucherie, des poissons, de la volaille (de 0,020 à 0,032 %). Les farines d'avoine et de légumineuses en renferment beaucoup moins (de 0,021 à 0,026 %), et les autres aliments végétaux n'en fournissent que des traces⁵. Quelles sont d'abord les destinées de ces nucléoprotéides dans le tube digestif?

Il est acquis aujourd'hui que la digestion peptique dédouble les nucléoprotéides en une matière albuminoïde et en nucléine, mais que cette dernière n'est scindée à son tour que pour une petite partie en une matière albuminoïde et en acide nucléique. Ce dédoublement des nucléines est surtout l'œuvre de la trypsine. C'est ce que démontre l'observation de Ad. Schmidt sur la présence d'un nombre considérable de noyaux cellulaires dans les selles des individus atteints d'affections du pancréas. De là, la méthode de diagnostic suivante, déduite de ces constatations. On fait avaler aux malades de petits cubes de viande de bœuf enfermés dans de petits sachets en gaze, et, lorsque ces sachets ont été rendus par l'anus, on recherche dans leur contenu la présence des noyaux. Si l'on en rencontre beaucoup, on peut conclure à une affection du pancréas. Cette assertion se trouve indirectement vérifiée par l'observation de Schittenhelm⁶, qui a pu extraire des selles d'un sujet, atteint d'une maladie du pancréas, des quantités considérables de bases puriques (environ 0 gr. 50 par jour).

La trypsine sépare donc des nucléoprotéides le noyau phosphoré d'acide nucléique, mais dédouble-t-elle aussi cet acide avec mise en liberté de bases puriques? Ici les avis sont divergents. La plupart des essais ont été faits avec l'acide thymonucléique, qui est remarquablement riche en bases puriques. Des travaux de Kossel, Neumann, Kos-

¹ A. GAUTIER : *Chimie biologique*, Paris, 1892, p. 8.
² F. UMBER : *Berl. klin. Wochenschr.*, 1903, p. 885.
³ ARDERJALDEN : *Zentralbl. für Stoffwechsel- und Verdauungskrankheiten*, t. V, p. 647, 1904.

⁴ A. SCHITTENHELM : *Zentralbl. f. Stoffwechsel- und Verdauungskrankheiten*, t. VI, p. 101, 1901. Comme ce travail de Schittenhelm se trouve dans un périodique peu accessible au lecteur français, je donnerai ci-après, en les citant d'après cet auteur, les principales données bibliographiques de la question.
⁵ WALKER HALL : *Chem. Centralbl.*, 1902, t. I, p. 1169.
⁶ AD. SCHMIDT : *Deutsche med. Wochenschr.*, 1899, p. 811.
— *Die Funkt.prüfung des Darmes mittelst der Probest.*, Wiesbaden, 1904, p. 50. — A. SCHITTENHELM : *Deutsches Arch. f. klin. Med.*, t. LXXXI, p. 523, 1905.

tytschew¹, il ressort que cet acide, qu'on appelle maintenant α -thymonucléique, donne des solutions qui à raison de 5 % se prennent en gelée par le refroidissement. Bouilli en milieu alcalin pendant un certain temps, cet acide perd environ les 2/3 de ses bases puriques et se transforme en un acide β -thymonucléique, qui ne se prend plus en gelée. Or, tandis qu'Araki avance que la trypsine transforme l'acide α en acide β , Nakayama soutient que l'érepsine seule opère le dédoublement complet avec mise en liberté de bases puriques. Ces contradictions ont été en partie expliquées par F. Sachs, qui a montré que les extraits pancréatiques contiennent à la fois de la trypsine, une diastase nouvelle, une *nucléase*, qui dédouble l'acide thymonucléique avec mise en liberté de bases puriques, action qui fait défaut à la trypsine. Il y aurait lieu de rechercher aussi si les solutions d'érepsine, c'est-à-dire les extraits intestinaux dont s'est servi Nakayama, ne contiennent pas une nucléase².

Cette nucléase des extraits pancréatiques existe-t-elle aussi dans le suc de la glande ? C'est ce que l'on ignore encore entièrement. On ne peut donc pas affirmer que l'action des sucs digestifs dépasse le stade des acides nucléiques, bien que cela apparaisse comme très vraisemblable. Mais d'autres agents hydrolysent certainement ces acides ; ce sont les bactéries du tube digestif, qui dédoublent non seulement les nucléoprotéides et les nucléines, mais aussi l'acide α -thymonucléique, qui est liquéfié et totalement défilé en acides phosphorique, formique et oxalique, en ammoniacque et en bases puriques. Même celles-ci sont transformées : les amino-purines (adénine et guanine) en oxypurines (hypoxanthine et xanthine), et il est très vraisemblable que ces oxypurines sont décomposées à leur tour avec production d'acide formique et d'ammoniacque (qui ont été isolés) et sans doute de glycocole³. Nous allons voir que les tissus contiennent des diastases qui opèrent la même série de réactions, mais avec cette différence que la transformation des oxypurines passe par le stade acide urique, avant d'aboutir à la décomposition totale.

En ce qui concerne la digestion des nucléoprotéides, et comme pour celle des protéiques, on assiste donc au même broyage moléculaire, l'édifice si complexe de ces composés descendant

l'échelle des dédoublements jusqu'au niveau de produits cristallisables et relativement simples. Cette production de bases puriques dans l'intestin est importante au point de vue de la physiologie de l'acide urique, car ces bases constituent, comme nous le verrons plus loin, l'une des sources de production de l'acide urique, la source endogène. Celle-ci variera donc avec la richesse des aliments en corps nucléiques et suivant l'intensité des procédés d'hydrolyse de ces corps dans l'intestin. Ajoutons que, si les aliments contiennent des *bases puriques préformées*, comme il arrive pour la viande et l'extrait de viande ou le bouillon, il est clair que l'acide urique d'origine exogène se trouvera augmenté d'autant⁴.

§ 2. — La régression des nucléoprotéides des tissus. La source endogène de l'acide urique.

1. *Le dédoublement diastasique des nucléoprotéides des tissus jusqu'au niveau des bases puriques.* — Le point de départ des recherches sur la régression des nucléoprotéides dans les tissus se trouve dans une observation de Béchamp, et surtout dans un travail de Schutzenberger, que l'on peut considérer comme contenant en germe nos connaissances actuelles sur les diastases des tissus et sur ce que l'on a appelé plus tard l'autolyse des tissus. Béchamp a constaté d'abord que, dans la levure abandonnée au contact de l'eau et à l'abri de la putréfaction, il y a mise en liberté d'acide phosphorique. Puis Schutzenberger fit voir qu'à cet acide s'ajoutent la leucine, la tyrosine, la xanthine et l'hypoxanthine. La formation de leucine et de tyrosine s'expliquait aisément par une digestion protéolytique des albuminoïdes de la levure, mais l'origine de la xanthine et de l'hypoxanthine n'apparut que lorsque Kossel eut montré que ces corps sont des produits de dédoublement des nucléines des noyaux. Plus tard, Salomon étendit l'observation de Schutzenberger à des tissus animaux, et lorsque Salkowski eut montré, par l'emploi systématique d'agents antiseptiques, que ces produits se forment en dehors de tout travail bactérien, et qu'ils n'apparaissent plus lorsque le tissu ou l'organe a été bouilli, il devint évident que cette autolyse des nucléoprotéides résultait d'actions diastatiques⁵.

Ces actions sont-elles le fait de diastases protéolytiques analogues à la trypsine, dont l'existence dans les sucs d'expression d'organes ou dans celui de la levure est bien démontrée, ou tiennent-elles,

¹ S. KOSTYTSCHEW : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XXXIX, p. 355, 1904.

² Voyez pour cette discussion le travail de F. Sachs : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 437, 1905.

³ A. SCHUTTENHEIM et SCHOUTER : *Ibid.*, t. LXXXIX, p. 203 ; t. LI, p. 62 et 70 ; t. LII, p. 284. — PEERKE : *Ibid.*, t. LXXXIX, p. 190. — Les mêmes auteurs viennent de faire un exposé complet de cette question dans : *Zeitschr. f. Stoffwechsel- und Verdauungskrankheiten*, t. VI, p. 319, 1905.

⁴ SIVEN : *Skand. Arch. f. Physiol.*, t. XI, 1901. — COLLOT : *Bull. de la Soc. chim. du nord de la France*, 1901, p. 151.

⁵ Cet historique est emprunté au travail déjà cité de F. Sachs, où le lecteur trouvera les indications bibliographiques correspondantes.

au contraire, à des diastases spéciales, comme la nucléase du tissu pancréatique dont il vient d'être question ? C'est ce qu'il est difficile de dire actuellement. Il est possible que la mise en liberté des acides nucléiques soit le fait de diastases analogues à la trypsine, le dédoublement de ces acides, avec production de bases puriques, étant ensuite assuré par des agents spéciaux, analogues à la nucléase. Quoi qu'il en soit, l'autolyse du thymus, de la rate, des capsules surrénales fait apparaître ces bases, ce qui implique donc un dédoublement diastasique des nucléoprotéides de ces organes¹. Voyons maintenant ce que deviennent ultérieurement ces bases.

2. *La transformation diastasique des bases puriques en acide urique.* — Il y a longtemps qu'à la suite des travaux de Liebig et Wöhler sur la série urique, on a considéré les bases puriques comme des précurseurs de l'acide urique, et que l'on a accumulé dans cette direction une masse énorme de recherches expérimentales. De tous les résultats obtenus jusqu'à une époque toute récente, ne retenirons ici que ces deux principales acquisitions.

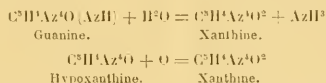
D'une part, il est établi, que, chez l'homme, l'ingestion de chacune des quatre bases puriques, adénine, guanine, hypoxanthine, xanthine, accroît la quantité d'acide urique de l'urine ²; chez les animaux, les résultats sont différents pour l'une ou l'autre de ces bases, selon l'espèce considérée, ce qui n'a rien de surprenant, comme nous le verrons plus loin. D'autre part, on sait, depuis les classiques expériences de Horbaczewski, confirmées et précisées par celles de Wiener et de Spitzer ², que les purées ou les extraits d'organes foie transforment à 37°, et sous l'action d'un courant d'air, l'hypoxanthine et la xanthine qu'on leur ajoute en acide urique. Mais la marche du phénomène, la nature des agents qui interviennent et le côté quantitatif de ces réactions n'ont été établis récemment que par une série de travaux que nous résumons ci-après.

Quand on fait l'hydrolyse de l'acide thymonucleique par les acides, on obtient de la guanine et de l'adénine, tandis que l'autolyse du nucléoprotéide du thymus donne de la xanthine et de l'hypoxanthine. W. Jones ⁴ et ses collaborateurs ont les

premiers explique ces différences, en admettant que les mêmes bases prennent d'abord naissance de part et d'autre, mais que dans l'autolyse interviennent ensuite deux sortes de diastases, les unes désamidantes, qui transforment respectivement la guanine en xanthine et l'adénine en hypoxanthine en remplaçant AzH par O, les autres oxydantes, qui transforment l'hypoxanthine en xanthine, par fixation d'oxygène, comme le montrent les formules brutes suivantes (auxquelles nous ajoutons, pour la suite de cet exposé, celle de l'acide urique) :

Acide urique	$C^5H^4Az^3O^3$
Xanthine	$C^5H^4Az^4O^3$
Hypoxanthine	$C^5H^4Az^3O$
Guanine	$C^5H^4Az^4O \cdot AzH$
Adénine	$C^5H^4Az^5(AzH)$

La première de ces actions diastasiques est donc une hydratation, et la seconde une oxydation, comme le montrent les deux équations que voici :



Ces observations ont été confirmées et étendues par A. Schittenhelm¹, qui a montré que ces transformations sont quantitatives et qu'elles aboutissent à l'acide urique, et qui a isolé l'agent diastasique de ces réactions. Lorsqu'on opère la précipitation fractionnée d'un extrait aqueux de rate par le sulfate d'ammonium, on constate que le précipité qui se forme, quand on est arrivé à 66° de la saturation totale, entraîne très largement la diastase. Ce précipité est ensuite mis en suspension dans de l'eau chloroformée et longuement agité, puis le tout est dialysé pendant six à huit jours contre de l'eau courante. Le liquide restant, filtré, possède un pouvoir diastasique considérable.

Exemple : 250 centimètres cubes de ce liquide sont additionnés de 0 gr. 20 de guanine et de chloroforme, et sont maintenus pendant trois jours à 43°, en même temps que l'on fait passer constamment un courant d'air. On retrouve, au bout de ce temps, 0 gr. 203 d'acide urique, ce qui correspond à la transformation de 91,2 % de la guanine en acide urique. Si, dans cette expérience, on supprime le courant d'air, on voit apparaître comme terme intermédiaire la xanthine. Ainsi, avec 0 gr. 90 de guanine, on obtient alors 0 gr. 77 de xanthine et seulement 0 gr. 18 d'acide urique.

Pareillement, l'adénine est transformée en hypoxanthine et celle-ci, par oxydation, en xanthine, puis en acide urique, à condition que l'on fasse

¹ W. JONES : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 35, 1905. — Voyez aussi le travail de F. Sachs, cité plus haut.

¹ M. Krüger et J. Schmid : *Ibid.*, t. XXXIV, p. 549, 1902. — La bibliographie de cette question pour chacune des quatre bases puriques se trouve réunie dans le travail de Burian *Ibid.*, t. XLIII, p. 529.

¹ HORBALEWSKI: *Mon. f. Chem.*, t. X, p. 624, 1889. — WIENER: *Z. tsch. f. physiol. Chem.*, t. XXVIII, p. 587, 1899. — SPITZER: *Pflüger's Arch.*, t. LXXV, p. 492, 1899.

1901. — W. JONES et C. L. PARTRIDGE: *Ibid.*, t. XLII, p. 343.
1901. — W. JONES et M. C. WINTERNITZ: *Ibid.*, t. XLIV, p. 1.
1905. — W. JONES: *Ibid.*, t. XLV, p. 83, 1905.

⁶ A. SCHITTENHELM, *Ibid.*, t. XLIII, p. 228, 1904; t. XLV, p. 121 et 152; t. XLVI, p. 354, 1905.

passer un courant d'air. Un travail très intéressant de Burian¹ confirme pleinement ces résultats.

Ces expériences de Schittenhelm montrent donc bien que l'agent diastasique précipité par le sulfate d'ammonium est un mélange de deux diastases, l'une hydratante, qui opère la transformation des aminopurines (adénine et guanine) en oxypurines (hypoxanthine et xanthine), l'autre oxydante, qui n'agit bien que quand elle est soutenue par un courant d'air apportant largement de l'oxygène nécessaire, et qui transforme les oxypurines en acide urique. W. Jones a cru constater que les extraits de certains organes (rate) ne touchent pas à la guanine et transforment, au contraire, l'adénine en hypoxanthine, d'où il concluait à l'existence de deux diastases hydratantes différentes, la *guanase* et l'*adénase*. Mais, de la polémique qui s'est élevée à ce sujet entre Jones et Schittenhelm, il semble ressortir que cette distinction doit être abandonnée et que ces deux dénominations différentes sont superflues. Notons encore que Burian a proposé d'appeler *xanthinoxydase* la diastase qui transforme l'hypoxanthine et la xanthine en acide urique.

3. *La destruction diastasique de l'acide urique dans les tissus et organes.* — Ce n'est pas tout. Il existe des organes où cette formation d'acide urique aux dépens des bases puriques est accompagnée d'une destruction de ce même acide sous l'action d'une diastase *uricolytique*, distincte de l'oxydase ci-dessus. Cette destruction d'acide urique par des purées ou des extraits d'organes a été observée il y a longtemps déjà, notamment par Stockvis dès 1869, mais elle n'a été clairement démontrée que par les travaux de Chassevant et Richet, Wiener, Burian, Ascoli, Schittenhelm, et plus récemment par M. Almagia et par Pfeiffer². Schittenhelm a isolé la diastase uricolytique en la précipitant de l'extrait du rein de bœuf au moyen de l'acétate d'urane. On réussit à préparer ainsi des solutions très actives.

Exemple : 250 centimètres cubes de solution diastasique, additionnés de 0 gr. 30 d'acide urique dissous dans un peu de soude normale et de chloroforme, sont maintenus sous l'action d'un courant d'air pendant trois jours à 40°. On ne retrouve que 0 gr. 05 d'acide, ce qui indique une destruction de 83 %. Parfois on n'en retrouve plus du tout. Une contre-épreuve montre que la destruction bien

connue de l'acide urique en milieu alcalin n'intervient ici que pour une très petite part³.

M. Almagia a montré que les liquides de destruction donnent toujours la réaction de l'acide glyoxylique avec l'indol et l'acide sulfurique⁴. Or, en milieu alcalin, la destruction de l'acide urique se fait avec passage par l'allantoïne, composé qui, après chluffage avec les alcalins, donne aussi cette réaction de l'acide glyoxylique. De plus, l'urine du lapin, qui ne contient pas d'acide glyoxylique à l'état normal, donne la réaction ci-dessus avec l'indol et l'acide sulfurique, après que l'on a injecté dans le péritoine de grandes quantités (2 à 5 gr.) d'acide urique. Dans l'urine d'un gouteux, Almagia a trouvé aussi de l'acide glyoxylique, alors que, chez l'homme normal, la réaction est très rarement positive, à moins qu'il n'y ait eu consommation d'alcool⁵. La destruction de l'acide urique passerait donc par un stade allantoïne. Wiener, Ascoli ont aussi signalé comme produits de l'uricolyse le glyco-colle et l'urée.

Il existe donc dans les organes : 1° des diastases qui dédoublent les nucléoprotéides avec mise en liberté de bases puriques ; 2° une diastase qui transforme les aminopurines (adénine et guanine) en oxypurines (hypoxanthine et xanthine) ; 3° une oxydase qui transforme au contact de l'air l'hypoxanthine en xanthine et celle-ci en acide urique ; 4° une diastase uricolytique, également oxydante, qui détruit l'acide urique, peut-être avec passage par l'allantoïne.

4. *Variations de ces actions diastatiques selon les organes et les espèces.* — Chez le bœuf, systématiquement étudié à cet égard par Schittenhelm⁶, on trouve que la rate, le poulmon, le foie, l'intestin, le muscle et le rein conduisent l'ensemble des bases puriques jusqu'à l'état d'acide urique, en passant par les étapes que l'on vient de dire, avec cette différence que les extraits de rate, de poulmon et de rein sont plus actifs que ceux de foie et muscle. Le thymus transforme aussi les aminopurines en oxypurines, mais n'arrive pas probablement au stade urique. Il est à remarquer que jamais on n'a pu saisir comme produit intermé-

¹ SCHITTENHELM : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLV, p. 161, 1905. — Vog, aussi WIENER : *Zentralbl. f. Physiol.*, t. XVIII, p. 690.

² M. ALMAGIA : *loc. cit.* — On sait que Hopkins se sert d'un mélange d'acide sulfurique et d'acide glyoxylique pour caractériser le groupe indol dans les matières albuminoïdes. Eppinger (*Beitr. chem. Physiol.*, t. VI, p. 489, 1905) a employé inversement l'acide sulfurique et l'indol pour caractériser l'acide glyoxylique. La réaction est extrêmement sensible. Cf. R. NADA : *Ibid.*, t. VII, p. 473, 1905.

³ H. EPPINGER : *loc. cit.*

⁴ SCHITTENHELM : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLV, p. 123, 1905.

¹ BURIAN : *Ibid.*, t. XLII, 352, 1905.

² CHASSEVANT et RICHET : *Soc. de Biol.*, t. XLIX, 1897. — WIENER : *Arch. f. exp. Path.*, t. XLII, p. 375. — BURIAN : *Zeitschr. f. physiol. Chem.*, t. XLII, 497 et 532. — ASCOLI : *Arch. de Pflanz. f. LXXII*, p. 349. — SCHITTENHELM : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLII, p. 24, et t. XLV, p. 121 et 161, 1905. — M. ALMAGIA : *Beitr. chem. Physiol.*, t. VII, 539, 1905. — W. PFEIFFER : *Ibid.*, p. 463.

dière la 6-amino-2:8-dioxypurine et la 2-amino-6:8-dioxypurine. Enfin, le rein, le muscle et le foie ont la propriété de détruire l'acide urique qu'ils ont forme, tandis que cette action fait défaut à la rate et au poulmon.

Chez d'autres espèces, les résultats sont différents, et Schittenhelm a posé avec raison cette règle absolue que, dans cette question des échanges nutritifs des bases puriques, il faut s'abstenir absolument de faire servir à des raisonnements sur une espèce les résultats obtenus avec une autre espèce. Ainsi, la rate du bœuf et du cheval transforme quantitativement les bases puriques en acide urique, tandis que la rate de l'homme, du chien et du porc est tout à fait inactive à cet égard¹. Schittenhelm insiste ici avec raison sur le cas du porc, dont la rate est incapable de transformer la guanine en acide urique, mais qui avec les aminopurines peut faire des oxypurines, résultat qu'il est intéressant de rapprocher d'une curieuse observation de pathologie faite par Virchow sur le même animal. C'est l'apparition chez le porc d'une *goutte à la guanine*, caractérisée par des dépôts cristallins de guanine dans les tissus, et l'excrétion par les urines de grandes quantités de cette même substance, à côté d'une certaine quantité de xanthine, tandis que l'acide urique fait défaut. Or, l'urine normale du porc contient de l'acide urique et aussi des bases puriques, mais parmi lesquelles la guanine ne figure que pour des traces, tandis que la xanthine est abondante². De plus, dans la transformation des amino-purines en oxypurines par la rate de porc, Schittenhelm a vu que l'adénine fournit de l'hypoxanthine beaucoup plus vite que la guanine ne donne de la xanthine. Ce serait donc une diminution plus grande encore de cette aptitude à agir sur la guanine qui serait la cause de cette accumulation pathologique de guanine, dont la solubilité, d'ailleurs, est des plus médiocres.

Une étude approfondie de cette goutte spéciale au porc serait certainement d'un très grand intérêt pour toute la physiologie et la pathologie du métabolisme des nucléines.

5. *Importance des deux sources exogène et endogène de l'acide urique. Les purines musculaires, autre source endogène de l'acide urique.* — Voici donc quelle serait la double origine de l'acide urique. Il y aurait, pour adopter la terminologie proposée par Burian et Schur³ : 1° la source des *urines exogènes*, c'est-à-dire fournies par l'alimentation et provenant soit des purines contenues

dans les nucléoprotéides des aliments, soit des purines libres apportées, par exemple, par la viande; 2° la source des *purines endogènes*, provenant de la désintégration des nucléoprotéides des noyaux cellulaires.

On a beaucoup discuté et expérimenté sur l'importance absolue et relative de ces deux sources⁴. Notons simplement que Burian et Schur évaluent à 0 gr. 3-0 gr. 6 par jour la quantité d'acide urique endogène excrété par l'adulte. Mais, tandis que l'acide d'origine exogène dépend, d'après Burian et Schur, uniquement de l'apport en purines alimentaires et varie constamment avec cet apport, au contraire, l'acide d'origine endogène, variable d'un individu à l'autre, est remarquablement constant chez le même individu⁵. Or, Burian⁶ estime que ces 30 à 60 centigrammes d'acide urique endogène sont une quantité beaucoup trop forte pour qu'on puisse la rapporter uniquement à la décomposition des nucléines des noyaux, et il a fourni une série d'expériences tendant à établir que le muscle produit constamment de l'hypoxanthine pendant le repos et que cette production augmente pendant le travail. Cette hypoxanthine serait ensuite transformée par oxydation en acide urique. On a vu, d'ailleurs, que le muscle contient l'oxydase capable d'opérer cette transformation.

L'acide urique endogène aurait donc une double origine : une partie, la plus petite d'après Burian, proviendrait des nucléines des noyaux cellulaires; une autre, la plus forte, se formerait à partir de bases puriques (hypoxanthine) que le muscle produirait constamment.

6. *L'hypothèse de la formation synthétique de l'acide urique.* — On voit que ces recherches aboutissent toutes, en définitive, à faire des bases puriques, qu'elles soient d'origine exogène ou endogène, les précurseurs uniques de l'acide urique. Ce n'est pas qu'une autre hypothèse n'ait pas surgi de temps à autre, à savoir celle d'une formation synthétique de l'acide urique. Une telle formation a pu être clairement démontrée chez l'oiseau, notamment par Minkowski. La synthèse s'accomplit ici à partir de l'urée par union synthétique avec un autre complexe chimique, qui peut être fourni par exemple par l'acide tartronique ou l'acide dialurique, comme l'ont montré les expériences de Wiener. Burian a montré que la production d'acide urique par les extraits d'organes est à la vérité augmentée par

¹ SCHITTENHELM : *Ibid.*, t. XLVI, p. 374, 1905.

² PICQUE : *Ann. Chem.*, t. CLXXXIII, p. 141, 1876. — V. SCHITTENHELM : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLV, p. 357.

³ BURIAN et SCHUR : *Ann. de Pfluger*, t. LXXX, p. 280, 1905.

⁴ Voyez pour ces expériences l'exposé d'ensemble de SCHITTENHELM : *Zentralbl. f. Stoffwechsel- und Verdauungskrankheiten*, t. V, p. 226, 1904.

⁵ BURIAN et SCHUR : *loc. cit.*

⁶ BURIAN : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLIII, p. 333, 1905.

l'addition de ces deux acides, mais ces corps n'agissent qu'indirectement en accélérant la transformation diastasique des bases puriques en acide urique¹. Kossel et Steudel² ont aussi émis l'hypothèse d'une synthèse de l'acide urique à partir des bases pyrimidiques, mais sans fournir jusqu'à présent aucune preuve expérimentale.

Une formation synthétique telle qu'elle se produit chez les oiseaux ne peut donc pas, actuellement, être soutenue en ce qui concerne les mammifères.

7. *Conclusions.* — On voit combien nous sommes loin de l'idée que l'on se faisait, hier encore, de la production de l'acide urique dans l'organisme humain. Pendant longtemps, on a considéré ce corps comme provenant de la désintégration des protéiques, et comme représentant un « produit vers l'urée », c'est-à-dire comme étant de l'urée qui serait restée en route, par le fait d'une oxydation insuffisante. Aujourd'hui, l'acide urique nous apparaît comme étant surtout un produit de transformation des bases puriques, qui elles-mêmes sortent du noyau phosphoré des nucléoprotéides.

Or, cette production de l'acide urique est suivie incessamment d'une destruction, et l'acide que nous recueillons à la sortie de l'organisme n'est donc que la différence de ces deux opérations. Pour expliquer l'encombrement de l'organisme par un excès d'acide urique, comme il arrive dans la goutte, il n'est donc pas nécessaire d'admettre que la production d'acide urique a été exagérée; il se peut que ce soit la destruction qui a été moins active. Il faut se borner au point de vue pathogénique à cette réflexion, car, si intéressantes que soient ces nouvelles acquisitions, elles ne permettent encore aucune construction solide touchant la physiologie normale et pathologique de l'acide urique. Contentons-nous de noter l'importance que prennent dans ce problème, comme dans tant d'autres, les actions diastasiques. Au point de vue thérapeutique, on ne peut utiliser actuellement que ce que nous savons sur l'origine exogène d'une partie de l'acide urique, car, si nous n'avons présentement aucun moyen d'agir sur la production de l'acide urique endogène, nous pouvons du moins diminuer l'arrivée des purines exogènes en supprimant dans la ration les corps riches en nucléoprotéides, comme le riz de veau, le foie, ou contenant des bases puriques préformées, comme c'est le cas pour la viande. La *Revue* a déjà rendu compte des intéressantes observations de Soetbeer³

sur le rôle de la viande comme producteur d'acide urique dans l'organisme.

Enfin, M. Alnagia⁴ s'est occupé aussi, dans le laboratoire de Hofmeister, de déterminer la cause des dépôts d'urates dans les cartilages au cours de la goutte, et il a trouvé que ce procès n'est que l'exagération d'un phénomène physiologique. Lorsqu'on dépose, en effet, de minces tranches de cartilage (de cheval) dans des dissolutions d'urates neutres, ou tout au plus faiblement alcalines au tournesol, on constate que le liquide s'appauvrit en acide urique et que le cartilage présente, après quelques jours, des taches blanches qui rappellent les dépôts uriques des cartilages de gouteux et qui sont constituées par des amas cristallins d'urates. Parfois aussi ces cristallisations font défaut, mais toujours le cartilage lavé à froid jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne plus la réaction de la murexide cède ensuite à l'eau bouillante de l'acide urique facile à caractériser.

III. — LE SANG.

1. *Réaction du sang.* — L'étude de la réaction du sang à l'aide de la méthode électrométrique a montré que ce liquide peut être considéré comme étant très près de la neutralité, puisque sa concentration en ions OH^- est à peu près celle de l'eau distillée. Ces résultats viennent d'être confirmés par C. Foa, dans le laboratoire de Bastre, où l'on a entrepris une étude d'ensemble de la réaction des liquides de l'organisme⁵. Le logarithme de la concentration en ions H^+ , calculé d'après la formule de Nernst, a varié, pour le sang défibriné et le sérum du lapin, du chien et du cheval, entre 7,1100 et 7,3232, alors que cette valeur est égale pour l'eau à 7,0969 et pour une solution de potasse normale au millionième à 8,1938. On voit que le résultat obtenu pour l'eau se rapproche beaucoup de celui que donne le sang.

Il sera assurément intéressant de poursuivre cette étude avec les diverses variétés de sang, sangs artériel et veineux et sangs des organes; mais je ne crois pas que les anciennes déterminations titrimétriques de l'alcalinité aient perdu tout intérêt et qu'elles doivent désormais être abandonnées. Bien que leur interprétation chimique précise laisse encore beaucoup à désirer, elles constituent, en somme, la mesure des alcalis du sang saturés par un ensemble d'acides faibles, comme l'acide carbonique, et les variations de cette

¹ MINKOWSKI : *Arch. f. exp. Path.*, t. XXXI, p. 214, 1893.
— WIENER : *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. II, p. 42, 1902. — BORDAN : *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLIII, p. 497, 1905.

² Voyez la *Revue* du 30 août 1903, p. 845.

³ Voyez la *Revue* du 15 juin 1904, p. 528.

⁴ M. ALNAGIA : *Beitr. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VII, p. 166, 1905.

⁵ C. FOA : *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LVIII, p. 865, 867 et 1000; t. LIX, p. 2, 5 et 7, 1905.

grandeur ont certainement une signification physiologique importante.

2. *Hémoglobine oxycarbonée*. — Le dosage simultané de l'oxyhémoglobine et de l'hémoglobine, qui se fait avec une grande précision à l'aide du spectrophotomètre, a permis à L.-G. de Saint-Martin¹ d'établir une méthode de dosage optique de l'oxyde de carbone dans l'air et dans le sang, spécialement applicable à de si petites quantités de ce gaz qu'il est presque impossible ou du moins très difficile de les doser autrement. Le principe de la méthode est le suivant :

Quand on agite, jusqu'à production d'un équilibre final stable, une dilution récente de sang de chien très frais, titrée à 0,15 ‰ d'oxyhémoglobine, avec dix fois son volume d'air contenant de 0,20 à 1 ‰ d'oxyde de carbone, la solution absorbe un peu de gaz toxique, et l'oxyhémoglobine qu'elle renferme se transforme partiellement en hémoglobine oxycarbonée.

Appelons H_{co} la quantité d'oxyhémoglobine ainsi transformée, et H_t celle de l'oxyhémoglobine totale existant préalablement dans la dilution sanguine employée. Il est clair que le rapport $\frac{H_{co}}{H_t}$ croît en

fonction de la proportion d'oxyde de carbone contenu dans l'air toxique. Si donc on a d'abord expérimentalement déterminé un certain nombre de points permettant de construire la courbe qui relie les deux variables x , titre de l'air en CO, et y , valeur du rapport $\frac{H_{co}}{H_t}$, on pourra inversement

dosar la proportion d'oxyde de carbone, entre les limites de 0,2 à 1 ‰, dans un échantillon d'air vicié. A cet effet, on agitera cet échantillon d'air avec le dixième de son volume de la dilution sanguine type, et l'on déterminera ensuite au spectrophotomètre² les coefficients d'extinction E et E' du liquide sanguin dans deux régions spectrales $\lambda = 568,3-557,2$ et $\lambda = 549-538$; puis, du rapport $\frac{E'}{E}$, on déduira, d'après des formules connues, la valeur du rapport $\frac{H_{co}}{H_t}$. L'ordonnée correspondant à cette valeur représentera la teneur de l'air en gaz toxique par 1.000 centimètres cubes.

Il faut se servir de sang de chien; les sangs d'herbivore (lapin, bœuf) ne peuvent être employés à cause de la facile dissociation de leur hémoglobine oxycarbonée³. D'autre part, la teneur en gaz toxique

doit être inférieure à 1 ‰, ce qui est d'ailleurs un cas fréquent en médecine légale, car, pour une teneur supérieure à 1 ‰, les dilutions sanguines oxycarbonées subissent trop rapidement la dissociation. On devra, dans ce cas, diluer avec une quantité connue d'air pur, de telle sorte que le spectrophotomètre puisse être employé.

L.-G. de Saint-Martin a aussi appliqué cette méthode au dosage des petites quantités d'oxyde de carbone que l'on trouve dans les gaz du sang normal (de 0 c. c. 8 à 2 c. c. par litre de sang); 40 à 50 centimètres cubes de sang sont épuisés de leurs gaz en présence de l'acide tartrique, on enlève l'acide carbonique par la potasse, et les gaz restants sont dilués de quatre volumes d'azote. On obtient ainsi un air oxycarboné qui est dilué convenablement avec de l'air pur et agité avec le dixième de son volume de la dilution sanguine à 0,15 ‰ de pigment. L'opération est terminée comme il est dit ci-dessus. Pour vérifier l'exactitude de la méthode, l'auteur a dosé directement l'oxyde de carbone contenu dans les mêmes échantillons de sang en opérant sur un volume plus considérable (500 c. c.)⁴. Il a trouvé par exemple (pour 1.000 c. c. de sang) :

Par la méthode spectro-					
photométrique. . . .	1 cc. 23	1 cc. 90	0 cc. 93	2 cc. 20	
Par l'analyse des gaz					
extraits de 500 cc. de					
sang	1 cc. 27	1 cc. 84	1 cc. 02	2 cc. 31	

C'est une nouvelle démonstration des services que peut rendre en Physiologie la méthode spectrophotométrique.

IV. — L'URINE.

1. *Réaction de l'urine*. — Mesurée à l'aide de la méthode électrométrique, la réaction de l'urine humaine, laquelle est franchement acide au tournesol, a été trouvée sensiblement la même que celle de l'eau distillée. L'urine humaine est donc un liquide neutre. La réaction de l'urine des herbivores correspond à peu près à celle d'une solution de potasse normale au 100.000^e pour l'urine de lapin, et normale au 10.000^e pour l'urine de cheval. Ces valeurs sont donc beaucoup plus petites que celles que donne la méthode alcalimétrique⁵.

2. *Composition du « non dosé » organique*. — On a vu que le « non dosé » organique de l'urine est beaucoup plus important qu'on ne l'avait cru

¹ L. G. de SAINT-MARTIN : *Journ. de Physiol. et de Pathol. génér.*, t. VII, p. 35, 1905.

² L'appareil employé était celui de Hufner. Pour les détails de l'opération voy. : L. G. de SAINT-MARTIN : *Spectrophotométrie du sang*, Paris, D. Doid, 1898.

³ L. G. de SAINT-MARTIN : *loc. cit.*, p. 113.

⁴ L. G. de SAINT-MARTIN : *Journal de Physiol. et de Pathol. génér.*, t. I, p. 103.

⁵ C. FOY : *Comptes rendus de la Société de Biol.*, t. LVIII, p. 867, 1907.

jusqu'à présent¹, et qu'il renferme notamment des acides azotés complexes, acides oxyprotéique, alloxyprotéique, uroferrique. Dans ce reste non dosé, P. Hari² vient de trouver un nouvel acide, qu'il considère comme différent des précédents et dont le sel de zinc est $C^{20}H^{12}Az^{10}O^{10}Zn$: de leur côté, Bondzynski, Dombrowski et Panek annoncent aussi la séparation d'un nouvel acide azoté de l'urine, l'acide antoxyprotéique, à la fois azoté et sulfuré, et renfermant : C 43,21; H 4,91; Az 24,40; S 0,61 et O 26,33³. En même temps, ces auteurs complètent leurs précédentes descriptions des acides oxyprotéique et alloxyprotéique et donnent quelques premières indications sur un autre acide azoté et sulfuré, qui est peut-être identique à l'urochrome de Garrod. Mais, en dépit des analyses multipliées avancées par ces auteurs, la preuve définitive de l'individualité chimique de ces composés est encore à faire.

Beaucoup plus fructueuse et plus sûre est la méthode adoptée par Abderhalden et Pregl⁴ pour l'étude de ces composés. Ces auteurs ont dialysé pendant longtemps, contre de l'eau courante, 30 litres d'urine humaine, et, après s'être assurés à l'aide du réactif naphthalène-sulfonique que le reste non dialysable ne contient plus d'acides aminés, ils ont hydrolysé ce reste par l'acide chlorhydrique bouillant. Ils ont obtenu ainsi surtout du glycocholate et, en outre, de l'alanine, de la leucine et de l'acide glutamique. La phénylalanine a pu être reconnue par sa réaction avec le mélange chromique, et la présence de l'acide aspartique a été rendue probable. Voilà donc démontrée la présence, dans l'urine, d'une substance évidemment d'origine protéique, analogue aux polypeptides isolés dans les digestions naturelle et artificielle, et dont il a été question plus haut. Il passe donc dans l'urine à l'état normal des fragments assez gros de la molécule des protéiques.

3. *La matière albuminoïde de Bence-Jones.* — On connaît ce protéique à allures spéciales, trouvé en 1847 dans une urine pathologique par Bence-Jones, et sur la situation duquel dans l'échelle des corps protéiques on discute depuis si longtemps.

Est-ce une albumose, c'est-à-dire un protéique déjà simplifié, ou, au contraire, une albumine véritable? Représente-t-il un protéique propre aux tissus ou, au contraire, dérive-t-il des aliments et est-il une substance « étrangère » à l'organisme? Enfin, quelle est sa composition? Toutes ces questions sont demeurées jusqu'à présent sans réponse précise.

Abderhalden et Rostski⁵ ont repris cette étude en utilisant l'urine d'un malade atteint de sarcomatose osseuse grave, avec albumosurie de Bence-Jones. L'urine contenait de 7 à 12 % du protéique en question. En injectant sous la peau de lapins de 50 à 100 c.c. d'urine contenant 10 % du corps de Bence-Jones ou une solution de ce même corps isolé par précipitation, les auteurs ont constaté que ce composé n'est pas éliminé par les urines, ce qui montre que l'on n'a pas affaire à une albumose ou à une peptone. On sait, en effet, que ces corps sont aussitôt éliminés par les urines, comme aussi d'ailleurs les albumines du blanc d'œuf, tandis que les protéiques d'un sérum peuvent être injectés en assez grande quantité sans reparaitre dans les urines. De plus, après plusieurs injections, les animaux forment dans leur sérum des précipitines qui réagissent non seulement sur le corps de Bence-Jones, mais encore sur le sérum humain et sur les matières albuminoïdes extraites de ce sérum (sérumalbumine, pseudoglobuline et englobuline). Ce dernier résultat est atteint même lorsque l'urine employée ne contient que le corps de Bence-Jones, sans aucun protéique du sérum.

Ce résultat plaide nettement contre l'hypothèse de Magnus-Levy, qui faisait provenir le corps de Bence-Jones directement des aliments. Évidemment, ce corps sort d'un protéique qui a fait partie constituante de l'organisme, qui a été « assimilé ». Enfin, l'hydrolyse de ce protéique a donné qualitativement le même ensemble d'acides aminés que les protéiques ordinaires, de telle sorte que l'albumine de Bence-Jones ne se présente donc nullement comme différente des matières albuminoïdes proprement dites. On ignore, d'ailleurs, si c'est un corps unique ou un mélange.

E. Lambling.

Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Lille

¹ Voy. la Revue du 30 janvier 1905, p. 82.

² P. Hari. *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 4. — Bondzynski, Dombrowski et Panek. *Ibid.*, t. XLVI, p. 83, 1905.

³ Abderhalden et F. Pregl. *Ibid.*, p. 17.

⁵ Abderhalden et Rostski. *Zeitschr. physiol. Chem.*, t. XLVI, p. 125, 1905.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Hefter A., Professeur à l'Université de Kiel, et **Kochler** G., Professeur à l'Université d'Heidelberg. — *Lehrbuch der analytischen Geometrie*. — Tome I, 4 vol. in-8° de xvi-526 pages, avec 136 figures. Prix : 17 fr. 50. B. G. Teubner, éditeur, Leipzig.

Cet ouvrage est un exposé systématique de la nouvelle conception de la Géométrie analytique née à la suite des très remarquables travaux qui ont fondé la Géométrie moderne et ont illustré les noms de Poncelet, Chasles, Möbius, Steiner, Cremona, et autres. Ce livre devait donc commencer par l'étude de la Géométrie projective. En effet, la plus grande partie de ce premier volume est le développement de cette théorie que « les propriétés métriques des figures géométriques peuvent être regardées comme des rapports projectifs (Cayley) ».

Vient tout d'abord les modes de transformation des figures et tout le principe de Dualité géométrique. On suit, en effet, combien sont fécondes ces méthodes de la géométrie supérieure, telles que l'Involution, l'Homologie, l'Homographie. De la simple conservation, par exemple, du rapport anharmonique de quatre points dans une transformation par projection, découlent d'innombrables conséquences sur les propriétés des coniques, des pôles et polaires, qui en facilitent singulièrement l'étude. Les deux sortes de Dualité sont étudiées successivement : celle par Éléments correspondants (appelée Kollinearité par les auteurs) et celle par Éléments corrélatifs (Reziproke). Puis viennent les différents systèmes de coordonnées et leurs transformations : homogènes, ponctuelles, barycentriques, Hessiennes, de Plücker, etc. Après avoir introduit les invariants et les imaginaires, les auteurs reprennent le cours ordinaire : étude de la droite, des faisceaux de droites, de l'équation normale (Hessesche Normalform), des courbes du deuxième ordre, du pôle et des polaires. Les sections coniques sont largement traitées dans leurs propriétés projectives. Il y a là certainement des longueurs et des répétitions. Ajoutons que nulle part le Calcul différentiel n'est employé et qu'une théorie rapide des Déterminants a trouvé place en appendice.

Ce livre constitue un sérieux effort pour vulgariser la nouvelle conception de la Géométrie analytique qui cherche de plus en plus à s'affranchir du tribut qu'elle paie à l'Analyse. Il témoigne d'une association intime entre les instruments géométriques et analytiques ; les auteurs ne craignent pas d'établir le rapport le plus direct possible entre les faits géométriques et les symboles destinés à les traduire (choix le plus judicieux des coordonnées, par exemple).

L'ouvrage est destiné aux étudiants ; en tout cas, il ne convient guère aux commençants, que rebutez certainement l'appareil abstrait et souvent compliqué qui est employé. Une autre critique serait celle qu'aucun exercice parmi ceux qui figurent à la fin de chaque chapitre ne présente d'application pratique. Ainsi la Géométrie, qui emprunte tant de moyens à la Géométrie analytique, aurait présenté, semble-t-il, un domaine tout trouvé à cet égard, et cependant nulle part il n'y est fait attention.

E. DÉMOLIS.

Professeur à l'École professionnelle de Genève.

Dwelschauvers-Dery W. — Note sur la théorie expérimentale de la Machine à vapeur. — Communication présentée dans la Section de Mécanique du Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, tenu à Liège en 1905. Imprimerie La Meuse, Liège.

2° Sciences physiques

Nougier A., Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École supérieure d'Électricité de Paris. — Précis de la Théorie du magnétisme et de l'électricité à l'usage des ingénieurs et des candidats aux écoles et instituts électrotechniques. — 1 vol. in-8° de 403 pages. (Prix : 12 fr. 50.) Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1905.

Le titre de ce volume indique nettement son contenu ; comme le dit l'auteur dans sa préface, « ce précis résume à peu près tout ce qu'un ingénieur doit connaître de théorie du magnétisme et de l'électricité pour pouvoir aborder l'étude un peu complète de l'électrotechnique industrielle ».

Le livre commence par l'étude du magnétisme, se continue par l'électricité statique, l'électrocinétique et l'électromagnétisme.

Comme le déclare modestement l'auteur, le lecteur n'y trouvera rien de personnel. Mais l'éclectisme de M. Nougier est en général si heureux et son exposé si clair que l'on ne saurait que le féliciter de l'œuvre qu'il a produite et lui souhaiter le succès qu'elle mérite à tous égards.

R. SWYNGEDAUW,

Professeur de Physique et d'Électricité industrielle à la Faculté des Sciences de Lille.

Benischke G.A. — Die asynchronen Drehstrommotoren LES MOTEURS ASYNCHRONES A COURANT TOURNANT. — 1 vol. in-8° de 172 pages, avec 112 fig. et 2 pl. (Prix : 6 fr. 90.) F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1905.

Zeidler J.A. — Die elektrischen Bogenlampen LES LAMPES ÉLECTRIQUES À ARC. — 1 vol. in-8° de 144 pages, avec 130 fig. et 2 pl. (Prix : 6 fr. 90.) F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1905.

Nous avons déjà signalé l'apparition des premiers volumes de la nouvelle collection de la maison Vieweg et tels : l'*Électrotechnique en monographies séparées*. Les deux ouvrages ci-dessus constituent les nos 5 et 6 de la série. Ils sont conçus dans le même esprit que les précédents et sont destinés à la fois aux étudiants des Écoles techniques supérieures et aux ingénieurs qui sont déjà dans la pratique.

Dans les *Moteurs asynchrones à courant tournant*, M. Benischke a surtout envisagé le mode d'action et les essais, se bornant à quelques indications sommaires sur les facteurs d'enroulement. L'auteur estime, en effet, que, sur mille ingénieurs qui ont à s'occuper de ce genre de moteurs, il n'y en a guère qu'un que ces facteurs intéressent spécialement, et celui-là il le renvoie à des ouvrages spéciaux, comme le beau traité de Boy de la Tour : *Moteurs asynchrones*. De même, pour le calcul *ab ovo* d'un type de moteur, l'auteur se borne à indiquer la marche générale, car il arrive rarement qu'on se trouve dans le cas d'avoir à faire un calcul de projet sans posséder déjà des chiffres trouvés pour d'autres moteurs. Et même alors ne peut-on entreprendre cette tâche que celui qui a fait de longues expériences sur l'essai et le calcul de ces moteurs, choses qui ne s'apprennent pas dans les manuels ou par l'enseignement oral.

Dans les *Lampes électriques à arc*, M. Zeidler, après un court exposé des principes, s'occupe surtout des détails de construction, qui sont exposés très minutieusement de façon à permettre au monteur et à l'installateur de se retrouver dans tous les types, même ceux qui ne sont pas décrits. Puis l'auteur montre par des

exemples comment déterminer l'intensité lumineuse et le nombre de lampes nécessaires pour atteindre une valeur d'éclairement horizontale moyenne donnée en lux.

Cette collection, d'un caractère surtout pratique, rédigée sous la direction d'un habile technicien qui lui assure une certaine unité d'exposition et qui s'est entouré de collaborateurs qualifiés, nous paraît assurée d'un succès durable auprès des ingénieurs électriciens.

Roozeboom (H.-W. Bakhuys), *Professeur à l'Université d'Amsterdam*. — *Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre.* (LES ÉQUILIBRES HÉTÉROGÈNES ÉTUDIÉS D'APRÈS LA RÉGIE DES PHASES). — 2 cahiers in-8° de 217 pages et de 467 pages. F. Vieweg und Sohn, éditeurs. Braunschweig.

En signalant l'apparition du deuxième cahier de cette importante publication, il sera certainement utile de rappeler en quelques mots le contenu du premier; celui-ci comprend deux parties principales : étude de la règle des phases, d'un point de vue général, et son application aux systèmes d'un composant indépendant. Cette seconde partie est subdivisée en 13 paragraphes dans lesquels sont passés en revue tous les principaux cas rencontrés dans ces systèmes, avec description des méthodes expérimentales à mettre en œuvre.

Le deuxième cahier, qui constitue à lui seul un volume, traite des systèmes de deux composants indépendants; il est conçu sur un plan analogue; l'auteur n'y aborde cependant que la première partie de son sujet, c'est-à-dire les équilibres entre phases solides, liquides et gazeuses de mélanges binaires, où les composants se trouvent seuls comme phases solides, à l'exclusion des cas plus compliqués où ces composants donnent lieu à la formation de complexes cristallins avec séparation éventuelle de la phase liquide en deux couches non miscibles; ces cas feront l'objet d'un troisième cahier. Ainsi délimité, le sujet du deuxième cahier est déjà très développé, surtout si on le compare à celui du premier cahier. C'est évidemment l'écueil que présente l'application de la règle des phases : le sujet devient très touffu dès que l'on passe des systèmes simples aux systèmes plus compliqués. Ces doctrines constituent, cependant, le seul guide conducteur vraiment sûr, pour s'orienter dans la multiplicité des cas auxquels donnent lieu les équilibres chimiques. Aussi faut-il être reconnaissant à M. Bakhuys Roozeboom, dont on connaît la haute compétence en ces matières, d'avoir pris la peine d'en faire l'exposé systématique et complet que nous signalons ici. Ces questions ne peuvent plus être ignorées, non seulement des théoriciens, mais aussi des praticiens, les méthodes auxquelles elles conduisent ayant jeté déjà une vive clarté sur plus d'un processus industriel, fort mal défini auparavant. Les personnes qui auront à les approfondir trouveront donc dans l'ouvrage du savant professeur d'Amsterdam le guide le plus sûr et le plus documenté qu'elles puissent désirer.

Ph.-A. GUYE,

Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

Granderie (L.-M.), *Ingénieur-chimiste, Préparateur à l'Université de Nancy*. — *L'Industrie de l'Or*. — 1 vol. in-16 de 158 pages, avec 15 figures, de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1906.

Le petit livre de M. Granderie est bien écrit, clair et présenté d'une façon intéressante. Comme l'auteur l'annonce lui-même dans sa préface, ce n'est pas une étude complète de l'industrie de l'or, mais seulement un développement de certaines parties de cette industrie, notamment la méthode au cyanure. L'auteur a su puiser des renseignements pratiques de sources autorisées; il ne suffit pas que les traitements donnent de bons rendements, il faut surtout qu'ils réalisent des bénéfices; il faut, en d'autres termes, que l'or paie;

c'est sur quoi insiste M. Granderie, qui donne, en même temps, des indications générales sur le choix de la méthode à employer suivant la nature du terrain minier, sur ce que l'auteur appelle l'adaptabilité de la méthode.

C'est un genre qui prévaut dans le langage des mines que d'angliciser les termes français. M. Granderie ne s'en prive pas; on ne saurait, d'ailleurs, lui en faire un reproche, car il continue un usage déjà acquis. C'est ainsi qu'on serait mal venu à désigner une cuve à amalgamer autrement que par *clean-up-pau*, ou un *classer* par *densité* autrement que par *frue-vanner*. C'est fort disgracieux et surtout cela n'ajoute rien à la précision de l'expression française. C'est même tellement gênant que les auteurs de traités de métallurgie — dont M. Granderie — font maintenant suivre leur ouvrage d'un lexique anglais-français! Celui de M. Granderie n'a pas moins de trois pages. Cette anglomanie envahissante est effrayante et l'on ne saurait trop réagir contre elle. S'il est quelquefois nécessaire de conserver le terme anglais, qu'on le mette entre parenthèses, à la suite du mot français, mais jamais tout seul.

Ce livre est pauvre en figures, relativement au grand nombre d'appareils qui y sont décrits. Il est vrai qu'un certain nombre de ces appareils (notamment les appareils de classements et les fours) figurent déjà dans les traités de métallurgie générale et que l'auteur a suppléé, par des descriptions très claires, à la pénurie des figures.

En somme, ce petit livre, d'une lecture facile, sera bien accueilli par ceux qui s'intéressent à la question de l'or au point de vue industriel en même temps qu'économique.

AUGUSTE HOLLARD,

Chef du Laboratoire central

des usines de la Compagnie française des métaux.

3° Sciences naturelles

Fraser (Malcolm A. C.), *Government Statistician*. — *Western Australian Yearbook for 1900-1903*, t. II. — 1 vol. in-8° de 620 pages, cartes, tableaux statistiques et graphiques. A. Watson, Perth.

Ce volume fait suite au Year-Book pour 1900-1901 (t. I), précédemment analysé dans la *Revue*¹, et forme avec lui la douzième édition complète de l'Annuaire de l'Australie occidentale.

Les renseignements et les statistiques sont à jour jusqu'à la fin de 1903. Le même soin détaillé a été apporté à l'information et à la rédaction que pour le tome I; et l'ouvrage tout entier se présente ainsi comme un instrument de travail des plus utiles.

Je ne dirai rien des chapitres, très étudiés, à ce qu'il semble, qui sont consacrés à la législation (pp. 165-185), à la sociologie (pp. 362-437), aux finances (pp. 314-361); ils sont hors de ma compétence. J'essaierai seulement d'extraire quelques notions essentielles des parties suivantes du volume : IV. *Industries* (pp. 187-307); 1. *Population and vital statistics* (pp. 1-64); II. *Interchange* (pp. 74-163); ainsi que des « variétés » et des tableaux qui se trouvent dans les dernières pages.

C'est à l'or que sont consacrées les plus nombreuses et les plus intéressantes informations. Sur une valeur totale de production estimée à 31 millions de liv. st., l'or figure à lui seul pour plus de 29 millions. M. Maitland, géologue du gouvernement, a écrit pour le Year-Book une étude des « goldfields » (pp. 232 et suiv.) : les gisements sont disposés en trois couches parallèles, dirigées du N.-O. au S.-E., au milieu des schistes, des granites et des gneiss, et s'étendant de la côte Sud jusque vers 20° N. La richesse moyenne du minerai est de 88 %. Plusieurs champs, pour lesquels la proclamation est assez ancienne, paraissent avoir déjà donné leur maximum de rendement (vers 1898-1899); mais, dans la plupart des champs riches, la production augmente encore, par exemple dans Murchison, Mount-

¹ Voir la *Revue* du 30 octobre 1901, t. XV, p. 951.

Margaret, North-Coolgardie, et surtout East-Coolgardie, qui a donné en 1901 plus de 990.000 onces d'or fin sur un total de 1.700.000. La carte géologique des districts de Coolgardie (p. 250) est intéressante, parce qu'elle montre la correspondance du minerai avec des diorites et des schistes métamorphiques d'âge indéterminé, comme dans l'Afrique occidentale (Falcet). Le graphique de la page 294 donne les chiffres comparés de métal fin obtenus en 1901 dans les diverses régions de l'Australasie : West-Australia, 1.700.800 onces; Victoria, 700.000; Queensland, 398.000; Nouvelle-Zélande, 445.000.

Malgré la faible densité de la population, la production agricole de l'Australie occidentale demeure insuffisante. Les terres du S.-O., aptes à recevoir des cultures de céréales, ne sont mises que très lentement en valeur. Sur les pâturages de pays tropicaux qui occupent une partie du N.-O., de Kimberley à Murchison, le bétail est en augmentation assez rapide; mais il ne peut faire face à la consommation. En 1901, les importations de farine, d'avoine et de riz, de lard et beurre, de lait, de viande sur pied ou abattue, ont approché de 475.000 livres. Le problème des subsistances d'une population qu'a surtout attirée, et que retient en partie dans l'intérieur la recherche du métal précieux, n'est pas encore résolu. Et il se complique de celui des communications, qui ne peuvent avoir lieu dans des conditions satisfaisantes que par railway. Or, depuis l'ouverture de la première voie ferrée, en juillet 1879, de Geraldton à Northampton (pour l'exploitation du cuivre, il n'a été établi dans l'Etat que 1.516 milles de rails (1903); et la plus longue ligne est justement celle des champs d'or, de Perth à Coolgardie-Kalgoorlie-Menzies-Mount Margaret. Une bonne carte du Year-Book montre les principaux projets : Kalgoorlie à Port-Augusta, etc.; mais ces voies nouvelles ne sont encore qu'étudiées ou commencées, et celle qui existent doivent suffire à des transports très lourds et très encombrants. Ce sont les charbons, les minerais, les bois, qui constituaient en 1903, à côté des grosses denrées alimentaires, la plus grande partie du tonnage total par fer, de 2 millions de tonnes. Ce fait, et l'éloignement où se trouve l'Australie occidentale des grands marchés extérieurs, de ceux même des Etats de l'Est, suffisent à expliquer l'énorme cherté de la vie dans toute la contrée.

De 1891 à 1901, la population de l'Etat a augmenté de 270 %, accroissement dû pour plus des 4/5 à l'immigration. Le maximum d'arrivées s'est produit en 1896: plus de 55.000. Le total en 1902, 215.160 habitants (non compris les 6 à 7.000 indigènes), ne représente pas encore 6 % de la population de l'Australasie.

En 1903, plus de la moitié des habitants (113.000) étaient établis dans l'Etat depuis moins de dix ans, et près de 100.000 étaient originaires des autres parties du Commonwealth. Les conditions actuelles du peuplement de l'Australie occidentale sont donc curieuses à étudier: il s'agit de groupes humains non entièrement fixés, le nombre des départs a atteint 1/10 du total en 1902, et surtout non assimilés ni fondus ensemble. Il est, par exemple, intéressant d'observer qu'en dépit de la concentration des habitants dans quelques villes, comme Perth et Fremantle, et sur certaines exploitations minières, moins des deux tiers vivent dans des maisons définitives en bois ou en brique; 26 % sont encore sous la toile. Il ne faut pas croire, d'ailleurs, qu'il s'agit pour ces derniers de simples tentes: ce sont des demeures spéciales, que l'expérience fait préférer, pour les « farins » ou pour les campements des champs d'or, aux baraquements primitifs de toile ondulée; la structure est en bois, la couverture seule en toile, une grosse toile appelée « hessian », et très demandée pour le « rush », dit l'annuaire; l'intérieur comporte le plus souvent trois ou quatre pièces. Là dedans vivent la plupart des 55.000 Australiens de l'Ouest que les statistiques enregistrent comme mineurs et carriers, ou producteurs de matières premières.

Très peu peuplée relativement à son étendue, l'Australie occidentale a atteint (1902) un chiffre d'affaires de 375 millions de francs, ce qui donne une moyenne par tête d'habitant supérieure à celle des autres Etats du Commonwealth: fait dû aux nombreux besoins du pays et à l'exportation de l'or. Les ventes forment les 4/7 du chiffre précédent. Celles qui ont lieu dans le Royaume-Uni se montent aux 2/3 de l'ensemble: elles sont onze fois plus considérables que les placements de produits dans la Confédération. Aux importations, c'est l'Empire britannique qui vient aussi en tête, avec plus du tiers des affaires. Il l'a emporté pour la première fois en 1901 sur les Etats australiens. Mais l'Allemagne et surtout la Belgique enregistrent des progrès chaque année; pour la dernière puissance, les ventes ont quadruplé de 1899 à 1900.

J. MACHAT,

Docteur en lettres.

Professeur d'Histoire au Lycée de Bourges.

Fabre-Domergue et Biérix (Eugène). — *Développement de la Sole. Introduction à l'étude de la Pisciculture marine*. — 1 vol. gr. in-8°. Vuibert et Nony, éditeurs. Paris, 1905.

Ce ne sont pas que les cours d'eau qui se dépeuplent: c'est aussi le littoral marin. Depuis longtemps déjà on a pensé à essayer de le repeupler, à faire de la pisciculture marine. Mais jusqu'ici on n'avait obtenu que des résultats peu encourageants. Pour assurer le repeuplement, il faut, en effet, réaliser trois conditions: 1° S'adresser à des espèces où l'on puisse pratiquer la fécondation artificielle, ou dont on puisse facilement recueillir les œufs fécondés; — 2° Obtenir le développement et l'éclosion de ces œufs; — 3° Nourrir les alevins pendant et après la disparition du sac vitellin pour les conduire à la forme adulte; ne les mettre en liberté que s'ils ont acquis cette forme depuis quelque temps déjà et sont susceptibles de se suffire à eux-mêmes.

C'est l'étude de ce triple problème, dont la troisième partie surtout avait été à peu près complètement négligée jusqu'ici, qu'ont essayée Fabre-Domergue et Biérix dans le beau livre qu'ils viennent de faire paraître. L'un d'eux, le Dr Biérix, nous a malheureusement été ravi dans la pleine maturité de son talent, au moment même où allait commencer l'impression. L'autre, du moins, nous demeure, et les fonctions qu'il occupe au Ministère de la Marine (inspecteur général des pêches maritimes), sa situation de directeur-adjoint du laboratoire fondé par Coste à Concarneau, permettent d'espérer qu'il pourra donner tout son développement à la tentative de pisciculture marine si heureusement commencée.

Dans leur livre, illustré de très belles planches, les auteurs consacrent une première partie à l'étude du développement de la sole commune, qu'ils ont particulièrement suivie. Les observateurs précédents, Raffaele, McIntosh et Prince, Cunningham, Holt, Marion, Canu, Ehrenbaum, n'avaient guère pu étudier en série continue que les premiers stades du développement, la segmentation, l'apparition de l'embryon, l'éclosion. Au contraire, Fabre-Domergue et Biérix n'ont pu recueillir que des œufs déjà assez avancés; mais, grâce à leurs méthodes spéciales d'élevage, ils ont pu suivre le développement fort loin. Ils font ainsi un travail très précieux pour les embryologistes, et ils établissent, en outre, les bases scientifiques indispensables aux pisciculteurs pour surveiller le développement de leurs alevins. Ils divisent ce développement en stades soigneusement déterminés, suivent pas à pas l'apparition des principaux organes et notamment du squelette, la pigmentation, la migration de l'œil et l'établissement du stade pleuronecte, la résorption du vitellus, etc. Toute cette partie est longuement développée, largement illustrée, et pleine de détails embryologiques précieux.

La seconde intéressera davantage le grand public. Elle constitue, à proprement parler, l'introduction à

4° Sciences médicales

Roques de Fursac (Dr J.), *Ancien Chef de Clinique à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Les écrits et les dessins dans les maladies nerveuses et mentales** (Essai clinique). — 1 vol. de 306 pages, avec 232 figures (Prix : 12 fr.). Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1905.

Si l'écriture des sujets bien portants est susceptible de nous renseigner assez exactement sur leur caractère, celle des malades doit traduire encore beaucoup plus grossièrement leurs troubles mentaux. Quelques essais de graphologie pathologique avaient déjà été faits par Marcé, Koster, Joffroy, Dupré, etc. M. Roques de Fursac a étendu ces recherches et, se basant sur l'observation d'un grand nombre de documents personnels dont il nous donne la reproduction graphique, est arrivé à écrire le premier traité de graphologie pathologique. Cet ouvrage est remarquable par la précision que l'auteur a apportée à ses observations et à ses descriptions.

Dans une première partie, M. Roques de Fursac expose la méthode d'observation, beaucoup plus perfectionnée que celle des graphologues physiologiques; à l'observation simple de l'écriture, l'auteur ajoute l'expérimentation dans des conditions déterminées; il tient compte des écrits spontanés et des écrits provoqués, de la copie, de la dictée, de l'écriture appliquée, ce qui lui permet de dissocier, dans les anomalies de l'écriture, celles qui relèvent des troubles de la motilité et celles qui dépendent des troubles psychiques. Il distingue ainsi : 1° Les troubles calligraphiques élémentaires : ordonnance générale de l'écrit, direction et forme des lignes, direction, forme, dimension, liaison des lettres; 2° Les altérations des images graphiques, tenant à des troubles du centre cérébral des mouvements graphiques; 3° Les troubles de l'écriture tenant à des troubles psychiques complexes : omissions de mots ou de lettres, impossibilité de la copie, fautes syntaxiques et homonymies, substitution, transposition, additions, incohérence graphique, échographie, stéréotypie graphique, impulsion graphique, correction.

Après avoir fait l'analyse délicate et précise de ce que l'on peut appeler les troubles graphiques élémentaires, après avoir rapporté chacune de ces altérations de l'écriture à un trouble d'une fonction motrice ou psychique spéciale, M. Roques de Fursac, fait dans une seconde partie, la synthèse des notions ainsi acquises et établit le groupement des symptômes graphiques tel qu'il s'observe au cours des différents états morbides. Il arrive ainsi à définir les caractères de l'écriture dans les affections à manifestations motrices (paralysie agitante, goître exophtalmique, chorée, tabes, sclérose en plaques, crampes des écrivains, etc.), dans l'épilepsie, la paralysie générale, les démences organiques, l'alcoolisme, la confusion mentale, la manie, la mélancolie, la neurasthénie, l'hystérie, etc.

Dans une troisième partie, l'auteur esquisse, avec quelques exemples à l'appui, une esthétique pathologique et montre les caractères des dessins exécutés par un certain nombre de psychopathes, qui traduisent sous une forme artistique leurs conceptions érotiques, mystiques, prétentieuses, incohérentes. Cette étude n'est qu'ébauchée, mais elle est fort suggestive et pourrait devenir le point de départ d'une étude très complète du caractère morbide des conceptions et des exécutions artistiques. Combien il serait intéressant de faire à ce point de vue l'examen des œuvres des dessinateurs, peintres, sculpteurs, musiciens, pour chercher à reconnaître le trouble moteur, sensoriel ou psychique qui a imposé une forme étrange et incompréhensible en apparence aux productions artistiques de certains d'entre eux!

Dr MARCEL LABRÉ,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine.

l'étude de la pisciculture marine, discute et précise les conditions d'élevage, expose des méthodes nouvelles. Les auteurs ont patiemment recueilli leurs œufs de sole au large, par la pêche au filet fin. Mais ils ont pu en obtenir d'autres espèces (le bar notamment), dans les viviers de Concarneau, en parquant dans un bassin un certain nombre d'adultes des deux sexes. Les œufs de toutes ces espèces flottent à la surface de l'eau, et il suffit d'établir un crible à mailles fines au niveau du déversoir pour les capter. C'est le procédé employé par les Anglais; c'est le seul rationnel pour nos auteurs français, la récolte des œufs par expression donnant ici des résultats très inconstants. La question de l'incubation est déjà résolue. Plus difficile est celle de l'élevage de larves, qui normalement sont pélagiques, vivent à la surface d'une eau sans cesse agitée. Nos auteurs ont ici combiné un appareil extrêmement simple. C'est un tonneau de verre, de 50 litres environ, dans lequel plonge un axe métallique vertical animé d'un mouvement de rotation continue. A sa partie inférieure se trouve fixé un disque de verre arrondi placé obliquement. Cet agitateur a donné d'excellents résultats.

Mais ici intervient la grosse question de l'alimentation. On s'est contenté, en pisciculture marine, dans les essais faits en Angleterre, en Norvège, en Amérique, de garder les alevins sans les nourrir, car on comptait pour cela sur leur réserve de vitellus, et de les lâcher immédiatement après la disparition de cette réserve, quelquefois même dès l'éclosion. C'est une grave erreur qui les voue à une destruction certaine, car c'est les livrer affaiblis et sans défense à leurs multiples ennemis, dans une période aussi critique que l'est, pour le jeune enfant, l'époque du sevrage. Comme l'ont établi nos auteurs, c'est bien avant l'époque de la résorption du vitellus qu'il faut alimenter les larves. « L'avenir de la Pisciculture marine industrielle se trouve, peut-on dire, entièrement subordonné désormais, pour chaque espèce de poisson cultivable envisagée isolément : 1° à la détermination des proies vives qu'exigent ses larves depuis le commencement de la période alimentaire jusqu'au moment où pourra se réaliser l'alimentation artificielle; 2° à la culture du ou des organismes reconnus nécessaires. »

Les auteurs ont résolu très heureusement ce problème pour la sole, en ensemençant leurs tonneaux d'un flagellé vert, le *Monas Danaldi*, qui y prolifère très facilement. Plus tard, les alevins, devenus plus voraces, ont été nourris avec des larves de Sprat, abondamment fournies par les pêches pélagiques. Plus tard enfin, la sole métamorphosée recherche avec avidité les Copépodes. Parvenues à la taille de 15 à 30 millimètres, les jeunes soles, transportées dans des bacs à eau courante garnis de sable fin, n'ont pas tardé à s'enterrer, et elles n'ont cessé de prospérer jusqu'à la taille de 4 à 7 centimètres. Il est évident que la période critique était franchie depuis longtemps, et que, dans des expériences en grand, ces sujets auraient pu être abandonnés à eux-mêmes sur la côte, ou parqués dans de vastes bassins.

Le Turbot, le Bar ont été également expérimentés, et ont donné des résultats intéressants. Tout permet d'espérer que la culture de la sole et de ces deux espèces pourra bientôt entrer dans la pratique. Pourtant, Fabre-Domergue et Biérix pensent que, si ces espèces sont plus tard susceptibles de donner des profits à l'industrie privée, il ne faut pas pousser à la légère « dans la voie des coûteuses et imprudentes applications ». Il vaut mieux laisser d'abord celles-ci à la charge de l'Etat, tant que les conditions de la culture en grand ne seront pas rigoureusement déterminées.

Dr E. LAGRÈSSE,
Professeur à la Faculté de Médecine de Lille.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 Mars 1906.

L'Académie présente, à M. le Ministre de l'Instruction publique, la liste suivante de candidats pour la chaire de Botanique vacante au Muséum d'Histoire naturelle : 1° M. H. Leconte; 2° M. Leclerc du Sablon.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Tarry étudie un nouveau carré cabalistique aux n premiers degrés; il est construit avec des nombres entiers consécutifs et présente l'égalité aux n premiers degrés dans toutes ses lignes, toutes ses colonnes et ses deux diagonales, et, en outre, l'égalité aux $n-1$ premiers degrés dans toutes les directions de ses diagonales. — M. E. Goursat présente ses recherches sur les intégrales d'une équation aux dérivées partielles passant par une caractéristique donnée tout le long de cette caractéristique. — M. L. Zoratti étudie un ensemble parfait, somme d'une infinité non dénombrable d'ensembles discontinus, et tel que sa projection sur toute droite du plan comporte une portion continue. — M. P. Fatou présente ses recherches, complémentaires de celles de Riemann, sur le développement en séries trigonométriques des fonctions non intégrables. — M. L. Rémy étudie certaines surfaces qui peuvent être définies au moyen des fonctions θ et dont chacune peut être rattachée à une surface hyperelliptique plus générale, dépendant de trois modules, dont elle n'est qu'un cas singulier. — M. G. Cuénot a examiné l'influence des traverses sur les déformations des voies de chemins de fer. Le mouvement transversal de la voie provient de ce que la traverse, au passage des charges, ne s'enfonce pas seulement dans le ballast, mais qu'elle fléchit, chacun de ses points s'enfonçant de quantités inégales. Il y aurait donc lieu d'employer des traverses moins flexibles. — M. E. Seux signale un mode de construction des plans acroplanes permettant d'augmenter, dans de notables proportions, leur valeur sustentatrice; il consiste à leur donner une épaisseur diminuant progressivement du centre aux extrémités. — M. P. Duhem démontre que, si un fluide est bon conducteur de la chaleur, chaque élément de la quasi-surface de glissement de deux masses fluides l'une sur l'autre est le siège d'un dégagement de chaleur; si le fluide est mauvais conducteur, il n'existe pas de telles surfaces. — M. H. Deslandres expose les méthodes employées pour la recherche des particules lumineuses mêlées aux gaz de la chromosphère et des protuberances solaires. Pendant l'éclipse de 1903, les protuberances du Nord-Est se sont montrées riches en particules brillantes. — M. J. Esquirol a observé pendant l'éclipse de Soleil du 30 août 1903, sur le bord est, des protuberances présentant une double coloration : rosée vers le sud, blanche vers le nord.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Malassez indique trois procédés pour l'évaluation de la puissance des objectifs microscopiques. — M. J. Becquerel a examiné les variations des bandes d'absorption d'un cristal de xénotime dans un champ magnétique en dirigeant les rayons lumineux dans une direction normale au champ. Le déplacement de quelques bandes est beaucoup plus considérable qu'on n'aurait pu s'y attendre d'après la grandeur de l'effet Zeeman dans les spectres de vapeurs métalliques. — M. J. Amar a constaté qu'une membrane colloïdale déterminée, parfaitement desséchée, se montre imperméable à CO_2 quand il l'affecte par sa surface interne. — M. G. Millochau

a étudié les caractères de la décharge dans l'exploseur capillaire, appareil composé de deux fils métalliques placés en regard sur un support et coiffés chacun d'un tube de verre effilé par un bout. Les étincelles dont se compose la décharge se répartissent en groupes ayant une certaine analogie avec le groupement des lignes dans les spectres de bandes. — M. Nogier a constaté que certains tubes à rayons X ne produisent pas, dans l'hémisphère opposée à l'antécathode, un champ de rayons X d'intensité sensiblement constante. Dans cette région, la répartition des rayons se fait suivant une série de petits cercles parallèles à l'équateur röntgénien. — MM. Ch. Fabry et H. Buisson ont reconnu que la lampe Cooper-Hewitt constitue une excellente source de lumière monochromatique. — M. G. Urbain a isolé à l'état pur le dysprosium, caractérisé par un spectre d'absorption visible et un spectre ultraviolet très sensible; son poids atomique est de 162,19; son oxyde pur est blanc. — M. G. F. Jaubert a réalisé la fabrication industrielle de l'hydrure de calcium par action de l'II à haute température sur Ca préparé électrolytiquement. Ce nouveau corps constitue une source d'hydrogène pour l'aéronautique. — M. L. J. Simon a étudié la formation de l'acide diuréthane-pyruvique par action de l'uréthane sur l'acide pyruvique sans agent de condensation; la réaction est quantitative si l'on élimine l'eau formée. — M. E. Fouard a constaté que les sels alcalins ou alcalino-terreux exercent une action catalytique sur la fixation de l'oxygène de l'air par les solutions de polyphénols. — M. N. Slomnesco montre que les bases xanthiques, qui précipitent le cuivre de ses solutions à l'état d'hydrate jaune, peuvent servir à déceler ce métal dans divers cas. — M. H. Baubigny décrit en détails le mode opératoire pour le dosage du cadmium par précipitation à l'état de sulfure et transformation en sulfate. — MM. A. Trillat et Sauton proposent une méthode de dosage de la matière albuminoïde du lait par insolubilisation au moyen de l'al-déhyde formique; cette opération ne fait pas varier sensiblement ni son poids, ni sa composition élémentaire. — MM. Eug. Charabot et G. Laloue ont constaté que le citral se rencontre plus abondamment dans l'essence de feuilles que dans l'essence de tiges de l'oranger à fruit doux (*Citrus aurantium*), plus abondamment aussi dans la feuille elle-même que dans la tige. — MM. L. Hugouneq et A. Morel ont obtenu, par hydrolyse de l'hématogène de l'œuf de poule, un pigment noir, qu'ils nomment hématovine : C 63, 9; H 4,37; Az 6,67; Fe 2,6.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et Jardry ont constaté l'existence d'hyperthermie consécutive à des interventions sanglantes et indépendante de toute infection. — M. N.-A. Barbieri a observé que chaque cordon médullaire se compose d'un ensemble de tubes nerveux; chaque tube nerveux est formé d'une gaine conjonctive et d'un contenu en apparence homogène au neuroplasma. — M. G. Seurat a observé sur les huilières des îles Gambier la présence de kystes renfermant un ver, un scolex de Cestode qu'il rapporte au genre *Tylocephalum*. Ces kystes constituent les noyaux autour desquels se forment les perles fines. — M. E. Bouvier a reconnu : 1° que les *Gemadas* sont nettement bathypélagiques et ne descendent pas à demeure sur les grands fonds; 2° qu'ils ne remontent pas à la surface pour la ponte, où pourtant ils subissent leur évolution; 3° qu'ils dérivent des *Benthosicymus* par adaptation à l'existence bathypélagique et qu'ils se rattachent à ces derniers par l'intermédiaire du *G. Carinatus* et du *G. Alieci*. — MM. Ch. Depéret

et L. Vidal montrent que le bassin tertiaire de l'Ebre, jusqu'ici désigné par tous les géologues sous le nom de Miocène de l'Ebre, est en réalité un immense bassin oligocène, très complet, comprenant les trois grands étages de ce système. — M. E. Argand a constaté que le métamorphisme caractérisé par les roches vertes va en croissant du bord externe au bord interne du géosynclinal piémontais, tandis que le métamorphisme du Permio-carbonifère va en croissant des deux bords vers le centre. — M. L. Gentil a reconnu que les deux ailes du Haut-Atlas sont composées des mêmes terrains, affectés des mêmes plissements.

Séance du 2 Avril 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. H. Schoute étudie la réduction analytique d'un système quelconque de forces en E_n . — M. Edm. Maillet poursuit ses recherches sur les fonctions hypertranscendentes et obtient un théorème qui présente de grandes analogies avec un théorème similaire de Liouville, relatif aux nombres transcendants. — M. Jouguet présente ses recherches sur l'accélération des ondes de choc planes. — MM. H. Deslandres et G. Blum ont photographié les protubérances solaires dans l'éclipse du 30 août 1905 avec des écrans colorés; l'une, en particulier, avec écran vert, est très belle et riche en détails. — MM. G. Millochau et M. Stefanik décrivent un nouveau dispositif de spectrohéliographie évitant les vibrations de l'appareil ordinaire. Un spectrographe à deux fentes est rendu mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire au plan déterminé par les axes optiques de ce spectrographe; le mouvement est produit par une pompe de Blashear placée verticalement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Eug. Guye montre que la formule qui donne le rapport ϵ/ρ de la charge à la masse de l'électron dans les rayons cathodiques peut être corrigée et que cette correction a pour effet d'augmenter la concordance entre les valeurs tirées des expériences de Simon et de celles de Kaufmann. La valeur la plus probable de ce rapport est $1,878 \times 10^7$. — M. H. Olivier a constaté que la formation des petites gouttes liquides est grandement influencée par l'élasticité des parois et par la compressibilité du liquide, que l'on peut mesurer par ce procédé. — M. V. Thomas a déterminé la chaleur de formation des divers halogénures thalliques : $Tl + Cl^2 \text{ gaz} = TlCl^2 \text{ sol.} + 80,8 \text{ cal.}$; $Tl + Br^2 \text{ liq.} + 4HPO = TlBr^2 \cdot 4HPO \text{ sol.} + 59 \text{ cal.}$

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Desgrez et J. Ayri-gnac ont constaté que la composition du régime alimentaire exerce une influence marquée sur la valeur des coefficients orologiques. La moyenne des valeurs de toutes les molécules élaborées est de 75. — MM. M. Doyon, C. Gautier et A. Morel ont observé que, si l'on saigne une grenouille et si l'on débarrasse entièrement son système circulatoire du sang qu'il contient, pour lui substituer du sang défibriné, la fibrine est régénérée en quelques heures. La régénération de la fibrine n'a pas lieu si l'animal est privé de son foie. — M. Lortet a examiné les restes des viscères de Ramsès II contenus dans quatre vases canopes, acquis récemment par le Louvre. Dans l'un, on reconnaît parfaitement le cœur, qui a conservé absolument intacte la structure de ses fibres musculaires. — MM. Ch. Bouchard et Balthazard ont étudié l'action de l'émanation du radium sur les bactéries chromogènes. Le bacille fluorescent et le bacille pyocyanique perdent rapidement le pouvoir de sécréter des pigments; la virulence de ce dernier est également diminuée, tandis que les bacilles s'allongent et s'incurvent. Une action prolongée est nettement bactéricide. — M^{re} H. Richardson a déterminé les Crustacés isopodes recueillis par l'expédition antarctique française. Ils se distinguent par la multiplicité des formes spéciales et les dimensions géantes de certaines d'entre elles. — M. H. Coutière a étudié quelques larves de Macroures eucyphtes provenant des collections du Prince de Monaco. Elles se rapprochent par un mode de dévelop-

pement dilaté, caractérisé par une phase larvaire uniforme, très longue, pélagique, héritée d'ascendants Schizopodes, et que termine sans doute une brusque crise génitale avec réduction probable de taille. — MM. G. Rivière et G. Bailhache ont constaté que le poids moyen, les proportions d'acide libre, de sucre réducteur et de saccharose sont plus élevés chez les pommes récoltées sur le Calville blanc greffé sur paradis que chez les pommes de la même variété greffées sur doucin. — M. P. Becquerel a observé que des graines humectées sont tuées par un séjour prolongé dans CO_2 , tandis que des graines à l'état de dessiccation naturelle ou desséchées dans le vide lèvent et donnent de belles germinations malgré leur séjour dans ce gaz. — M. H. Coupin a reconnu que la plupart des alcaloïdes sont très toxiques pour les tubes polliniques, quoique, à une faible dilution, ils puissent devenir des aliments pour les mêmes tubes. Il se peut que la présence ou l'absence de tel ou tel alcaloïde dans une plante favorise la germination de son propre pollen et nuise à celle des pollens étrangers. — M. S. Meunier montre que les faits observés par M. Gayeux sur le minéral de fer de Bicêtre confirment sa théorie sur l'origine et le mode de formation du minéral de fer éololithique des formations stratifiées.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 27 Mars 1906.

M. Kermorgant présente un Rapport sur les maladies endémiques, épidémiques et contagieuses qui ont régné dans les colonies françaises en 1904. — M. Motais prescrit, dans presque tous les cas d'hyper sensibilité de la rétine à la lumière, des verres jaunes. Sur tous les yeux, malades ou non, ces verres produisent à la fois et à un haut degré la sensation d'éclairement et celle de calme. Cela tient à ce que, dans la lumière solaire, les rayons nocifs pour les rétines sensibles ne sont pas les plus éclatants; les rayons irritants sont les rayons chimiques. — Suite et fin de la discussion sur la statistique et la prophylaxie de la tuberculose.

Séance du 3 Avril 1906.

M. A. Pinard présente un Rapport sur un travail de M. P. Mantel relatif à un cinquième cas d'inversion utérine traité avec succès par l'application du ballon de M. Champetier de Ribes gonflé avec de l'air. Le rapporteur estime avec l'auteur que cet accident est plus fréquent dans les campagnes, où les accouchées reprennent plus tôt leurs occupations. La cause la plus commune repose dans les tractions intempestives faites sur le cordon; l'insertion du placenta sur le fond de l'utérus constitue une cause prédisposante. — M. A. Pinard analyse encore un travail de MM. Chambrelent et Pousson sur la décapsulation rénale et la néphrotomie dans le traitement des formes graves de l'éclampsie. Les auteurs ont pratiqué avec succès cette double opération chez une primipare atteinte d'éclampsie; ils ont reconnu ensuite qu'il existait chez cette malade une néphrite double. Le rapporteur estime que cette opération ne doit être tentée que lorsqu'on observe de l'anurie chez les éclampsiques.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 24 Mars 1906.

M. J. Lefèvre décrit sa technique pour la mesure du besoin d'énergie chez l'homéotherme au repos qui ne subit aucune perte de chaleur; il montre dans quelle mesure elle assure le repos et évite la soustraction du calorique. — M. M. Cohendy a cultivé un ferment lactique caractérisé par une puissance de fermentation des hypochloronés quatre fois plus élevée que celle de tous les ferments lactiques connus. — M. E. Retterer a reconnu que la sécrétion urinaire est accompagnée de modifications structurales portant

sur les glomérules, le système sanguin et le tissu conjonctif du rein. — MM. J.-Ch. Roux et A. Riva montrent qu'au cours des entérites, il peut exister dans les fèces du mucus hyalin provenant de l'intestin grêle et ne différant pas du mucus qui provient du colon. — M. J. Jolly a constaté qu'à la naissance, le rat n'a guère que le quart des globules rouges qu'il aura plus tard; l'augmentation du nombre des globules se poursuit jusqu'à trois mois, âge où le nombre définitif est atteint. — M. Ch. Dubois confirme l'existence d'un ralentissement initial du cours de la lymphe à la suite d'injections salines hypertoniques. — MM. A. et L. Lumière ont reconnu que le foie et la rate constituent des milieux de cultures solides éminemment favorables au développement des bacilles de la tuberculose. — M. J.-G. Lache estime que, dans le névraxe de l'homme adulte, il y a au moins deux modalités de rapports interneuroniques; par des terminaisons libres et par des anastomoses ou des vrais réseaux. — M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri ont observé que l'addition de sels de magnésium en très faible quantité augmente le pouvoir hémostatique de certains sérums. — M. P. Remlinger montre que le virus rabique se propage presque exclusivement par les nerfs périphériques, et le vaccin antirabique par les lymphatiques. — MM. A. Gilbert et A. Lippmann ont constaté qu'à l'état normal l'appendice est dans son entier le siège d'une flore microbienne d'une grande variété et d'une extrême abondance. Les cultures anaérobies l'emportent sur les cultures ordinaires; le colibacille est prépondérant. — M. H. Lemaire a étudié les effets cliniques et biologiques de la sérothérapie antidiptérique. — MM. H. Roger et O. Josué ont reconnu que le foie neutralise le pouvoir hypotensif des extraits intestinaux, mais laisse subsister, par une véritable sélection protectrice, l'action immunisante. — MM. Al. Carrel et C. C. Guérin montrent que l'augmentation artificielle de la circulation dans une glande pathologique modifie probablement sa nutrition dans un sens favorable. — M. G. Bohn considère l'adaptation aux réactions phototropiques comme le résultat d'une sorte d'expérience passée, acquise à la suite d'une série de mouvements qui auraient placé l'animal dans des conditions défavorables. — M. C. Ciaccio montre que le bacille de Koch peut renfermer des substances grasses, mais que la coloration spéciale et l'acido-résistance ne sont pas liées aux acides gras. — MM. J. Cantacuzène et A. Slatineanu ont constaté que la dégénérescence des fibres musculaires cardiaques dans la myocardite aiguë est due à la suractivité fonctionnelle du sarcoplasma. — M. A. Mayer a reconnu que les lieux de fixation temporaire de l'eau dans l'organisme sont : après les petites ingestions, le foie; après les fortes ingestions, probablement le tissu cellulaire. — M. H. Iscovesco a observé que le suc gastrique précipite le suc pancréatique; la précipitation n'est pas due exclusivement à l'acidité du suc gastrique; le colloïde négatif du suc gastrique forme avec le colloïde négatif du suc pancréatique un complexe qui est insoluble dans un milieu même très légèrement acidifié par HCl.

Séance du 31 Mars 1906.

M. M. Cohendy a obtenu sans régime spécial, par l'acclimation d'un ferment lactique dans le gros intestin, une heureuse modification de la flore intestinale, cause d'auto-intoxication constante. — MM. L. Jortat-Jacob et G. Vitry ont constaté que l'injection intra-veineuse de salicylate de soude a pour effet d'augmenter la résistance du lapin à l'inoculation consecutive du streptocoque. — MM. M. Doyon, C. Gaudier et A. Morel : Démonstration de la fonction fibrinogénique du foie (voir p. 390). — MM. Ch. Porcher et H. Hervieux ont observé que le scatol et son isomère, méthylscatol, s'éliminent par l'urine, sous la forme de chromogènes qui possèdent des caractères identiques. — M. Ch. Hervieux a reconnu que l'indol, administré à dose faible, s'élimine entièrement à l'état

d'indican; à dose forte, une partie seulement emprunte la forme d'indican; le reste s'élimine dans l'urine sous forme d'un chromogène différent, qui donne à celle-ci une coloration bleu foncée à l'air. — M. Ed. Retterer décrit la structure de l'épithélium rénal dans quelques états fonctionnels du rein. — M. P. Mulon a constaté qu'à un moment déterminé de l'évolution du corps jaune, certaines cellules à lutéine contiennent dans une portion de leur cytoplasme, semi-fluide, facilement rétractable : 1° une substance réductrice de OsO₄ qui n'est pas un corps gras; 2° un acide gras combiné. Ces faits établissent une étroite similitude entre les corps jaunes et les capsules surrénales. — MM. A. Desgrez et J. Ayrignac : Influence du régime alimentaire sur la valeur des coefficients urologiques (voir p. 390). — M. A. Sartory a remarqué l'existence constante d'une levure chromogène dans les sucs gastriques hyperacides; il a, en outre, trouvé dans ces sucs : l'*Oidium lactis*, une levure non chromogène et un staphylocoque. — M. Ch. Féré a étudié l'état de la motilité dans l'anesthésie locale par l'alpiline. Comme la cocaïne et la stovaine, celle-ci provoque une impotence croissante suivant la dose. — M. E. Maurel a reconnu qu'à l'état normal il existe, chez l'adulte, un rapport constant entre la section thoracique, d'une part, le poids et la surface cutanée, de l'autre. La diminution de ce rapport provoque des troubles généraux et souvent la gêne de la respiration. — M. J. Nicolas a étudié l'apparition de la virulence dans la salive mixte des animaux rabiques; elle peut se produire déjà quelques heures après la prise de la matière inoculée. — M. A. Brissemoret a recherché quelles sont les fonctions chimiques douées de propriétés entérothétiques (vomitives et purgatives); ce sont, en particulier, les éthers-oxydes de phénols, les oxyquinones, les sulfocarbimides. — MM. G. Péju et H. Rajat ont constaté que, dans les milieux salins, le coli-bacille, comme le bacille d'Eberth, revêt des formes polymorphes, filamenteuses ou flagellées. — M. F.-J. Bosc a reconnu qu'il peut exister, dans les syphilis héréditaires graves, une méningo-encéphalite diffuse subaiguë, caractérisée par une néoformation conjonctivo-vasculaire pure. — M. H. Lemaire décrit les effets d'une injection de sérum antidiptérique chez le lapin. — M. J. Jolly a observé que la moelle rouge subit, chez le rat blanc, depuis la naissance jusqu'à l'âge de deux ans environ, une évolution tout à fait en rapport avec celle qu'il a constatée dans le sang. — MM. H. Lamy, A. Mayer et F. Rathery ont constaté, dans les tubes contournés du rein, au cours des polyuries provoqués par injections intra-veineuses de cristalloïdes, — outre les phénomènes déjà connus : élargissement de la lumière des canaux, aplatissement des cellules, conservation de la bordure en brosse, — l'élargissement des espaces intertubulaires et, après l'injection de sucres et de sulfate de soude, l'apparition dans le corps cellulaire d'éléments vacuolaires. — MM. L. Rénon et L. Tixier ont trouvé que, dans un liquide céphalo-rachidien normal, il n'existe que des traces d'albumine (sérum-globuline); dans la grande majorité des liquides céphalo-rachidiens pathologiques, il existe un parallélisme assez net entre le degré de réaction cytologique et la quantité d'albumine. — M. d'Halluin a reconnu 1° que les battements rythmiques du cœur peuvent être ranimés par le massage 1 h. 15 m. et peut-être même 1 h. 50 m. après son arrêt; 2° que les centres nerveux peuvent être ranimés, même après une anémie prolongée durant 1 h. 15 m. — M. Pariset a constaté que le pouvoir amylolytique du sang augmente après l'injection de suc pancréatique. — M. W. Frei montre que l'hémoglobine empêche l'action hémostatique de la saponine; l'action neutralisante est maximum si on la mélange d'abord avec la saponine et ajoute les globules ensuite. — M. H. Iscovesco conclut de ses recherches que le sang est composé : 1° d'une sérum-albumine positive; 2° d'une sérum-albumine négative; 3° d'une globuline positive; 4° d'une globuline négative.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Mars 1906.

M. C. Gerber a observé l'existence de fleurs virescentes de la Valériane chausse-trape; la cause de cette virescence est un puceron (*Trioxa Centranthi*) vivant entre les fleurs et les bractées. — M. Alezais signale l'existence d'une éosinophilie myéloïde dans la lèpre. — M. A. Raybaud a noté une hyperglobulie très nette dans un cas de pneumothorax assez ancien chez un tuberculeux avancé. — M. P. Stephan décrit un état intermédiaire de développement des organes génitaux observé chez un hybride de coq faisant et de poule naine.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Mars 1906.

M. J. Kunstler décrit un nouveau mode de formation des membranes périvacuolaires chez les Infusoires ciliés. — MM. J. Gautrelet et H. Gravellet ont constaté que les injections sous-cutanées concentrées de bleu de méthylène chez le lapin agissent à la fois sur les fonctions hépatiques, sur la nutrition et sur le rein. La fonction uréopéptique ainsi que la fonction glycogénique sont amoindries. La sécrétion rénale n'est pas arrêtée, mais la désassimilation est diminuée. — M. F. Jolyet montre que l'action inhibitrice de l'eau de mer sur le fonctionnement du cœur isolé doit être due à sa teneur assez élevée en magnésium.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Mars 1906.

M. E. Bouty poursuit ses recherches sur le passage de l'électricité à travers des couches de gaz épaisses. Il a établi précédemment qu'aux pressions supérieures à quelques millimètres de mercure, le champ électrique nécessaire pour provoquer l'effluve dans un ballon déterminé, à masse de gaz constante, est indépendant de la température. Pour un gaz donné, ce champ critique y est lié à la pression p par la formule :

$$y = a\sqrt{p(p+b)}; \quad (1)$$

a est une constante spécifique du gaz, que M. Bouty a nommée *cohésion diélectrique*. Le premier objet de la communication actuelle est l'étude du coefficient b . Ses expériences ont porté sur l'air et sur l'hydrogène. Il a trouvé que le coefficient b varie rigoureusement en raison inverse du diamètre des ballons évalué dans le sens du champ, c'est-à-dire en raison inverse de l'épaisseur de la couche de gaz employée. Cela posé, la formule (1) des champs critiques peut s'écrire :

$$y = a\sqrt{p\left(p + \frac{k}{e}\right)}, \quad (2)$$

e représentant l'épaisseur de la couche gazeuse et k une nouvelle constante spécifique du gaz. La différence de potentiel totale V , entre les extrémités de la colonne gazeuse intéressée par l'effluve, est donnée par l'équation :

$$Y = ae\sqrt{p\left(p + \frac{k}{e}\right)} - a\sqrt{pe(pe+k)}. \quad (3)$$

On voit que Y ne dépend que du produit pe et, par conséquent, que de la masse de gaz intéressée à l'effluve et rapportée à 1 centimètre carré de section. La loi de Paschen est donc rigoureusement applicable aux expériences de M. Bouty, dans le cas des pressions assez élevées pour que la paroi diélectrique n'intervienne pas. L'asymptote à la courbe (3), construite en prenant pe pour abscisses et Y pour ordonnées, est

$$Y_1 + a(pe) + \frac{ak}{2}.$$

Le coefficient angulaire de cette asymptote est la cohé-

sion diélectrique. On appellera son ordonnée à l'origine

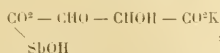
ka l'adhésion diélectrique. M. Bouty a aussi étudié la relation de la différence de potentiel d'effluve à la différence de potentiel explosive. La disposition expérimentale adoptée, très inférieure à la disposition mise habituellement en œuvre par M. Bouty, permet cependant de constater que, tout au moins tant que la différence de potentiel Y ne dépasse pas 10,000 à 12,000 volts, il n'y a aucune différence entre les deux sortes de potentiel minimum. A l'origine, l'étincelle comme l'effluve est donc un phénomène entièrement localisé dans le gaz. Les électrodes n'interviennent qu'après coup pour entretenir la dépense d'électricité. C'est aussi la conclusion à laquelle est arrivé M. Hemsalech par l'étude du spectre de l'étincelle. En terminant, M. Bouty fait remarquer que la formule (3) du potentiel d'effluve ou d'étincelle tend vers zéro avec la pression, quelle que soit l'épaisseur. On sait que, si l'épaisseur est petite, il faut ajouter à ces formules un terme complémentaire qui croît sans limite quand la pression tend vers zéro. Mais ce terme peut provenir d'une action propre de l'électrode ou de la paroi diélectrique. En tout cas, l'expérience apprend que les formules monomes (1) ou (3) suffisent à représenter les phénomènes à des pressions d'autant plus basses que l'épaisseur de la couche gazeuse est plus considérable. Ainsi, le potentiel minimum d'effluve qui, pour un ballon de 3^{me} d'épaisseur, était de 129 volts par centimètre (pression de 1 1/4 de millimètre), n'est plus que de 16 volts pour un tube large de 37^{me} 3 d'épaisseur dans le sens du champ (pression de 1 23 de millimètre). Il est probable que ce décroissement se poursuit beaucoup plus loin et peut, par exemple, descendre, pour de l'air suffisamment raréfié, au-dessous du champ électrique moyen de la Terre. Dans une couche suffisamment raréfiée de la haute atmosphère, on peut donc supposer que, sous la seule influence du champ terrestre, une décharge pourrait passer entre deux masses de cirrus plus ou moins éloignées l'une de l'autre. A cette altitude, l'air serait donc normalement ionisé. Si ces vues étaient confirmées par des expériences poussées suffisamment loin, il en résulterait, pour la Météorologie, des conséquences que M. Bouty laisse aux hommes compétents le soin de déduire. — M. Chêneveau présente le spectro-réfractomètre à liquides de M. Ch. Féry. Il rappelle d'abord le principe du réfractomètre à lecture directe de M. Féry. On annule par un prisme solide d'angle variable et d'indice constant (formé par une lentille de verre plan-convexe) la déviation imprimée à un rayon lumineux par un prisme creux, d'angle fixe, rempli du liquide dont on veut déterminer l'indice de réfraction. La simple mesure du déplacement qu'il faut donner à la lentille, pour compenser la déviation due au prisme liquide, permet d'évaluer l'indice. L'appareil de M. Féry ne se prêtait, sous sa forme primitive, qu'à la détermination d'indices de liquides pour la raie D. Le spectro-réfractomètre présenté à la Société permet de faire la mesure des indices pour toutes les radiations du spectre visible. Il a suffi, pour cela, de mettre un prisme à vision directe en avant de la lentille objective, qui, comme celle du collimateur, est rendue achromatique. La fente, éclairée par une lumière quelconque (par exemple, celle qui provenait d'un tube à hydrogène), envoie un faisceau de lumière homogène. Celle-ci traverse la cuve à liquide et est décomposée par le prisme. On connaît la dispersion du verre de la cuve et de l'eau. On peut donc, en comparant les écarts vrais entre les indices se rapportant aux différentes raies (dans l'exemple choisi, les raies C, F, H γ) pour le verre et pour l'eau, aux écarts observés dans l'appareil pour les mêmes corps, avoir une constante caractéristique de la radiation. Il suffira alors de multiplier l'écart entre l'indice observé pour un liquide et l'indice observé pour l'eau par la constante correspondant à une raie définie pour avoir la différence entre l'indice vrai du

liquide et de l'eau, pour cette raie. Pour éviter ce calcul, on peut dresser, une fois pour toutes, une Table qui permettra, pour les diverses radiations, d'avoir de suite l'indice vrai lorsqu'on aura l'indice observé. La sensibilité du spectro-réfractomètre est comparable à celle du réfractomètre. — **M. A. Turpain** a poursuivi pendant plus d'un an des recherches sur les rayons X produits par la lampe Nernst, l'acier trempé, les champs magnétiques non uniformes, le champ hertzien, les champs électrostatiques. Dans les expériences où il savait si les rayons X agissaient ou non sur le sulfure, le pourcentage des concordances entre l'effet observé et l'effet attendu a oscillé entre 77 et 83 %. Dans d'autres expériences où les choses étaient disposées de telle façon qu'il ne pouvait pas savoir si les rayons agissaient ou non, mais seulement connaître après coup les conditions réalisées pendant chaque expérience, le pourcentage des concordances entre l'observation et les prévisions a oscillé entre 48 et 54 %. Ces résultats semblent indiquer l'existence d'une sorte d'autosuggestion à laquelle se soustrait malaisément l'observateur et que, seules, des expériences de contrôle peuvent mettre en évidence. Mais **M. Turpain** ne croit pas que les expériences faites avec l'écran au sulfure puissent permettre d'établir d'une manière irréfutable l'existence des rayons X. Il souhaiterait que **MM. Blondlot** et **Rubens** pussent reprendre en commun les expériences de photographie de la petite étincelle — qui seraient décisives — et se mettre définitivement d'accord.

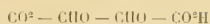
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Mars 1906.

M. P. Nicolardot communique les résultats de ses expériences sur un oxalate d'alumine cristallisé. — **M. A. Trillat** fait une communication sur la formation de l'aldéhyde méthyle dans le cours de la caramélisation. Il a pu doser l'aldéhyde formique restant dans les caramels du commerce et met les experts en garde contre les conclusions que l'on peut tirer de la présence de cette aldéhyde dans certaines substances alimentaires. **M. Trillat** pense qu'une partie du caramel est formée par la polymérisation de l'aldéhyde formique. A l'appui de cette thèse, il indique que l'on obtient un véritable caramel en chauffant l'aldéhyde méthyle dans certaines conditions. — **M. E. Berger**, en faisant agir l'aldéhyde éthylique sur le bromure d' α -naphthylmagnésium, a obtenu l'alcool cristallisé $C^{10}H_7CH(OH)CH^3$, fondant à 64°. Le chlorure et l'acétate sont liquides et bouillent respectivement à 149° et 164° sous 16 mm. Par simple distillation dans le vide, l'alcool se scinde en eau et α -naphthyléthylène, carbure liquide qui distille à 128° sous 16 mm. Ce carbure, sous l'action de la chaleur et de la lumière, se comporte comme le styrène et donne un trimère, masse amorphe transparente, qu'une température plus élevée retransforme en naphthyléthylène. L'auteur se propose d'étudier les homologues de ce carbure et les dérivés analogues en 3. — **M. J. Bougault** a repris l'étude de l'acide tartraoantimonieux $C^4H^3SbO_7$, correspondant à l'émétique ordinaire. Il conclut que la préparation de cet acide, telle qu'elle a été donnée par **M. Guntz** (évaporation à sec d'une solution de SbO^3) dans un excès d'acide tartrique et élimination de cet excès par l'alcool absolu, conduit, en réalité, à un mélange de l'anhydride $C^4H^3SbO_6$ de l'acide cherché et d'un éther éthylique de cet anhydride. En remplaçant l'alcool par l'acétone, il obtient le corps de formule $C^4H^3SbO_6$ à l'état pur. **M. Bougault** propose, pour l'émétique ordinaire, la formule de constitution :



et, pour l'acide anhydre qu'il a préparé, la formule :



sb

— **M. P. Lebeau** rappelle les principales recherches qui ont été faites jusqu'ici sur le silicure de cuivre et expose ensuite les résultats de ses travaux personnels sur ce même composé. Dans le cours de l'application de la méthode qu'il a décrite pour la préparation des silicures métalliques, cet auteur a été conduit à reconnaître fréquemment la présence de silicium libre dans des cuivres siliciés renfermant moins de 18 % de silicium total, teneur qui correspond au composé $SiCu^2$ dont l'existence était admise. L'examen d'un cuprosilicium industriel très riche (50 à 60 % de silicium total) l'a conduit à reconnaître que la limite de siliciuration du cuivre correspondait à 10 % environ, c'est-à-dire à la formation d'un composé répondant à la formule $SiCu$. En reprenant l'étude de l'action du silicium sur le cuivre, **M. Lebeau** a précisé les conditions de formation de ce silicure, dont l'existence est confirmée par la détermination de la fusibilité des mélanges de cuivre et de silicium et aussi par l'examen métallographique. Le cuivre silicié renfermant plus de 10 % de silicium total contient toujours du silicium libre. Ce silicium comprend la variété ordinaire et aussi la variété soluble dans l'acide fluorhydrique découverte par **MM. Moissan** et **Siemens**.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Décembre 1905 (fin).

M. W.-H. Dines communique ses recherches sur les gradients de température verticaux sur la côte occidentale de l'Ecosse et à Oxshott (Surrey). Ces gradients ont été déterminés au moyen d'ascensions de cerfs-volants porteurs de météorographes. Ils varient suivant le temps et peuvent être divisés en plusieurs catégories. On a observé quelques inversions de température, qui paraissent exceptionnelles. — **M. Raymond Pearl** : *Etude biométrique de la conjugaison chez les Paramécium*. Le but de ces recherches était de déterminer s'il existe une différence sensible entre les membres qui se conjuguent et ceux qui ne se conjuguent pas dans une colonie d'un infusoire cilié commun, le *Paramécium caudatum*, et jusqu'à quel point des individus de structure identique tendent à se conjuguer. Les principaux caractères étudiés sont la longueur et la plus grande largeur du corps et la forme de l'organisme mesurée par l'indice longueur-largeur. Le matériel employé comprenait une grande variété de cultures. L'auteur a découvert une différence très considérable entre les individus conjuguants et les non conjuguants. Par rapport aux caractères de taille absolue (longueur et largeur du corps), les différences entre les moyennes des deux groupes d'individus s'élevaient à 10-20 % de la taille moyenne des individus les plus grands non conjuguants. Non seulement les conjuguants sont plus petits que les non conjuguants, au point de vue absolu, mais ils se différencient aussi sensiblement par la forme. De plus, ils sont beaucoup moins variables et ont une corrélation moins élevée. Il y a une tendance fortement marquée à s'associer entre semblables dans la conjugaison des *Paramécium*. Les coefficients de corrélation mesurant l'homogamie dans la conjugaison sont relativement très élevés, à la fois pour l'accouplement assortitif direct et croisé, dans tous les caractères examinés. Par une étude expérimentale de conjugaisons prises au hasard, l'auteur a montré que cette homogamie dans la conjugaison est due à un assortiment et un accouplement réel de semblables avec semblables, et n'est pas un effet supposé de différenciation locale dans la culture. De plus, en comparant les rapports obtenus pour des paires de conjuguants récemment unis avec des rapports semblables pour des

païres sur le point de se séparer, il montre que les résultats ne peuvent pas être dus à un procédé d'égalisation de la taille pendant le cours de la conjugaison elle-même. — **M. C. C. Hurst** communique ses recherches sur l'hérédité de la couleur de la peau chez les chevaux. Il conclut que chez les chevaux pur sang modernes, la couleur marron est un caractère mendélien récessif pour le bai et le brun, qui sont des caractères dominants. La considération des autres couleurs étant exclue, les bails et les bruns sont de deux sortes : a) ceux qui, accouplés avec des marrons, ne donnent aucun rejeton marron; b) ceux qui, accouplés avec des marrons, donnent, en moyenne, une moitié de rejetons marrons, et le reste bails ou bruns. De même, les marrons récessifs, extraits d'une façon diverse des bails et bruns dominants, donnent des rejetons de la même couleur lorsqu'ils sont accouplés ensemble, sans réversion à leurs ancêtres bails ou bruns. On n'a trouvé que 9 exceptions à cette règle sur 1.104 cas, et il n'est pas impossible qu'elles proviennent d'erreurs d'observation.

Séance du 18 Janvier 1906.

MM. E.-E. Henderson et E. H. Starling ont recherché quels sont les facteurs qui déterminent la production du fluide intraoculaire. Ils sont arrivés aux conclusions suivantes : 1° La pression intraoculaire représente la pression à laquelle la vitesse de formation du fluide intraoculaire est exactement balancée par sa vitesse d'échappement à travers l'angle de filtration de l'œil; 2° La production du fluide intraoculaire est strictement proportionnelle à la différence de pression entre le sang des capillaires du globe oculaire et le fluide intraoculaire; 3° On n'a pas encore trouvé de méthode satisfaisante pour mesurer la pression intraoculaire dans le globe oculaire. Les auteurs indiquent les erreurs de la méthode de Niesnamoff. En se basant sur une comparaison des pressions artérielles et des pressions intraoculaires chez un grand nombre d'animaux dans des conditions diverses, on constate qu'il existe probablement toujours une différence entre la pression intraoculaire et la pression intraoculaire suffisante pour expliquer la production du fluide intraoculaire, sans assumer une intervention active de la part des cellules des cloisons capillaires ou des processus ciliaires; 4° Une augmentation de la quantité de fluide intraoculaire ralentit son cours d'absorption à cause de l'obstacle mécanique que le protège offre à l'infiltration; 5° La filtration, c'est-à-dire l'absorption de fluides intraoculaires à des pressions intraoculaires élevées, est favorisée par la constriction de la pupille et retardée par la dilatation de celle-ci. La différence, cependant, est seulement perceptible avec des pressions intraoculaires normales ou faibles. — **M. W.-F.-R. Weldon** : Sur les descendants des juments marrons pur sang. Dans une récente communication, M. Hurst a émis l'opinion que la relation entre les couleurs les plus importantes des chevaux pur sang anglais : marron, bai et brun, peut être exprimée par une formule mendélienne simple. Pour vérifier cette hypothèse, l'auteur a extrait du Stud-book de Weatherly un tableau complet des poulains produits en Angleterre par des juments marrons pendant une période de huit ans. L'examen critique de ce tableau l'a conduit aux conclusions suivantes : 1° Il est impossible de formuler une hypothèse mendélienne simple sur la relation entre les poulains marrons, bails et bruns, en considérant le marron comme un caractère récessif simple; 2° La chance d'obtenir un poulain marron d'une jument marron n'est pas constante pour des mâles d'une couleur quelconque, et il n'y a aucune apparence que les mâles d'une couleur quelconque puissent être rassemblés en groupes tels que ceux de chaque groupe donneraient des poulains marrons dans une proportion mendélienne quand on les accouple à des juments marrons; 3° Ces faits rendent probable que l'hérédité de la couleur du poil chez les chevaux

est exprimable en fonction de l'hypothèse suggérée par Galton en 1872. — **M. G. C. Chubb** cherche à interpréter, en fonction du métabolisme cellulaire, les changements de structure qui se présentent pendant la croissance de l'œocyte de l'*Auteodon bifida*. — **M. A. T. Watson** a observé un cas de régénération très curieux chez un ver polychète du genre *Potamilla* vivant dans les roches crétacées. Si l'on coupe un fragment du ver sans lésé ni thorax, dont formé de segments abdominaux seulement, on constate qu'il peut régénérer l'animal entier en formant un segment céphalique et un seul segment thoracique sétigère nouveau; les huit autres segments thoraciques nécessaires à la vie de l'animal se produisent par transformation des premiers segments abdominaux. Il est probable que ce pouvoir d'adaptation est commun, à un plus ou moins grand degré, à tous les segments abdominaux.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 9 Mars 1906.

M. H.-A. Wilson présente ses recherches sur les vitesses des ions des vapeurs de sels alcalins dans les flammes et les gaz à haute température. Il montre que tous les résultats obtenus concordent avec l'hypothèse qu'un sel quelconque de Cs, Rb, K, Na ou Li donne, dans une flamme de Bunsen, des ions négatifs ayant une vitesse de 4.000 cm. par seconde pour un volt par cm. et des ions positifs ayant une vitesse d'environ 80 cm. par seconde. Ce résultat peut être expliqué en supposant que chaque molécule de sel émet un corpuscule négatif qui forme l'ion négatif, tandis que le reste de la molécule forme l'ion positif. — **M. J.-A. Harker** décrit les expériences faites, il y a quelques années, à l'Observatoire de Kew sur les courants terrestres produits par les entreprises de traction électrique et sur les perturbations qu'ils provoquent dans les instruments magnétiques enregistreurs qui inscrivent sans interruption les variations de la déclinaison et des forces horizontale et verticale. Pour ces expériences, deux larges plaques de mise à la terre ont été enterrées dans le sol à environ 4 pieds de profondeur et à une distance de 200 mètres; elles sont reliées à travers un voltmètre enregistreur photographique à haute résistance. Sur les tracés donnés par cet instrument, l'effet des trains du *Central London Railway* est très appréciable; ils indiquent clairement l'horaire de ce chemin de fer et tout arrêt accidentel. Les mêmes perturbations se retrouvent sur les courbes du magnétographe; les effets sont plus prononcés sur la force verticale que sur la force horizontale ou la déclinaison.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Mars 1906.

M. Th. M. Lowry a mesuré la solubilité dans l'alcool de l' α -chloro- et de l' α -bromocamphre, de l' α - et de l' α -dibromocamphre et de l' α - et de l' α -chlorobromocamphre, soit seuls, soit en présence d'un peu d'éthylate de soude. La présence de ce dernier augmente la solubilité dans le rapport d'environ 0,9 à 1. — **MM. W. P. Dreaper et Al. Wilson** ont observé que l'addition d'acide tannique à un colloïde organique comme la gélatine ou l'albumine détermine la quantité d'acide gallique qui sera absorbée par le coagulum. Les acides réduisent cette absorption, les sels l'augmentent, l'alcool l'empêche. L'absorption de l'acide tannique par la soie et par la poudre de peau est fortement réduite en présence de l'alcool. — **MM. R. H. Pickard et W. O. Littlebury** ont résolu l' α -phényl- α -4-hydroxyphénylthane au moyen de la l-menthylcarbimide; les l-menthylcarbamates obtenus sont séparés par cristallisation fractionnée, puis hydrolysés par NaOH alcoolique. Le d- α -phényl- α -4-hydroxyphénylthane fond à 61°; $[\alpha]_D^{20} = +7,78$ dans le benzène. — **MM. F. W. Kay et W. H. Perkin jun.** ont préparé

l'acide Δ^1 -tétrahydro-*p*-toluique; son éther éthylique gauche, traité par CH_3MgI , fournit, après décomposition par l'eau et un acide dilué, le Δ^1 -*p*-menthénol, $\text{CH}_3\cdot\text{C}^*\text{H}^*\text{C}(\text{CH}_3)^*\text{OH}$, Eb. 101° sous $1\frac{1}{2}$ mm., $[\alpha]_D = -67^\circ$. Celui-ci, par digestion avec le sulfate acide de K, donne le $\Delta^{3,6(9)}$ -*p*-menthadiène $\text{CH}_3\cdot\text{C}^*\text{H}^*\text{C}(\text{CH}_3)^*\text{CH}^2$, Eb. 183° . — MM. A. E. Dunstan et J. T. Hewitt ont préparé les dérivés di- et tétra-acétylés de la chrysanthémine en partant de la base purifiée. — M. Th. E. Thorpe décrit une méthode pour la détermination de l'arsenic dans les papiers de tapisseries, les tissus, etc. Une quantité connue de matière est mouillée avec de l'eau de chaux, mélangée avec de la magnésie calcinée, séchée et calcinée. Les cendres sont traitées par l'acide sulfurique dilué et le métabisulfite de K, la solution bouillie, et dans une partie aliquote on dose l'arsenic par voie électrolytique. — MM. M. O. Forster et H. Grossmann, en faisant réagir l'hyposulfite et l'hypochlorite de K sur la camphoryl- β -carbamide, ont obtenu des dérivés dihalogénés où l'halogène est attaché à l'azote. La carbamide normale donne les mêmes substances. — MM. J. B. Cohen et H. P. Arnes ont déterminé les rotations spécifiques de huit des dix éthers menthyles isomériques des acides chloronitrobenzoïques.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 15 Février 1906.

M. W. Rosenheim propose une nouvelle méthode pour déterminer la chaleur de combustion des liquides volatils, au moyen de son calorimètre où la combustion a lieu par un courant d'oxygène sous une pression largement supérieure à la pression atmosphérique. Afin d'éviter l'évaporation pendant la combustion, on a proposé d'absorber le liquide volatil soit par du kaolin en poudre, soit par un morceau de brique poreuse; mais la combustion est souvent incomplète, ces corps retenant une partie du liquide dans leurs pores. L'auteur les remplace par un corps absorbant entièrement combustible, et il propose à cet effet des briquettes de cellulose sèche légèrement comprimées. De la chaleur de combustion totale, on soustrait celle de la cellulose, déterminée préalablement sur une briquette de même poids. On obtient des résultats exacts à 1-2 % près. Pour les liquides très volatils, il est bon d'envelopper la briquette de cellulose, après imprégnation, d'une mince feuille de papier d'étain.

SECTION DE LONDRES

Séance du 5 Mars 1906.

MM. W. D. Borland présente ses recherches sur l'allumage des explosifs nitrés dans les cartouches des armes portatives. Il envisage successivement : 1° la composition du détonateur; 2° la relation des produits solides aux produits gazeux de la combustion; 3° la rapidité d'action; 4° la chaleur totale dégagée; 5° la température atteinte; 6° la relation entre les résultats observés et calculés.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 26 Février 1906.

MM. H. R. Procter et H. G. Bennett ont étudié la formation des sels de calcium et de baryum des acides gallique, protocatéchique et digallique. Ces sels sont solubles dans l'eau additionnée d'un peu d'alcool. L'acide digallique est, en outre, en partie hydrolysé en présence d'alcalis. Il en résulte que la méthode de Parker-Payne pour le dosage du tanin est inutilisable, car elle donne des précipités qui ne sont pas des composés métalliques définis des acides gallique et digallique, mais de constitution indéfinie, variant avec la méthode de travail, la concentration, la température,

l'ordre des mélanges, etc. — MM. H. R. Procter et D. Mc Candlish décrivent une méthode pour la détermination de l'ammoniaque dans les liqueurs calciques usées du tannage des peaux. Un courant d'air, débarrassé de CO_2 et AZI^2 par passage dans des tubes en l'contenant KOH et H_2SO_4 , est conduit rapidement au-dessus de la liqueur ammoniacale répartie sur une large surface, et chauffée par un bain-marie à 90°C . L'air chargé d' AZI^2 passe ensuite dans un tube en l'contenant un volume connu d'acide normal, dont on détermine ensuite la quantité neutralisée.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 2 Février 1906.

M. E. F. Burnham montre qu'un bon adoucisseur pour coton doit être composé approximativement de 7 parties d'eau, de 3 parties de savon et de 1 partie d'huile; pour les savons à la soude, l'huile libre doit être de l'huile d'olive ou de maïs; pour les savons à la potasse, ce doit être de l'huile de lard. — M. F. H. Small étudie les diverses méthodes de détermination du tanin et recommande l'emploi de poudre de peau préalablement chromée, ce qui égalise le pouvoir d'absorption des diverses peaux pour le tanin sans le diminuer. La poudre de peau est traitée avec une solution diluée d'alun de chrome, puis lavée pour la débarrasser du sel non combiné, comprimée pour éloigner l'excès d'eau et ajoutée à la solution de tanin; on applique une certaine correction pour la quantité d'eau qui reste dans la poudre de peau.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Janvier 1906.

MM. R. von Foregger et H. Philipp étudient les propriétés et les applications des peroxydes alcalino-terreux et analogues : peroxydes de calcium, de strontium, de magnésium et de zinc. Le peroxyde de calcium peut être employé avec avantage au blanchiment des huiles et d'autres produits organiques, comme désinfectant, comme préservant le cidre de la fermentation, comme stérilisateur pour le lait il n'y constitue pas une substance étrangère et peut être ensuite assimilé. Le peroxyde de magnésium est excellent pour la stérilisation de l'eau; le peroxyde de strontium se recommande comme dentifrice.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 24 Janvier 1906.

M. H. J. Watson a étudié les causes de la formation d'écume sur la colle. Il conclut que, par l'emploi de bonnes matières premières, soumises à un dégraissage et à un nettoyage soigneux, et par la réduction du chauffage au strict minimum, on peut obtenir une colle qui n'énumera pas pratiquement; mais, même avec des matériaux bien préparés, si l'on néglige les opérations d'ébullition, on peut s'attendre à obtenir une colle qui écume.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 15 Février 1906.

M. Klein présente une étude sur les météorites faite sur les échantillons composant les collections de l'Université de Berlin; il fait voir que les fers météoriques sont parfaitement analogues, quant à leur composition et à leur structure, aux produits artificiels de l'industrie. Les pierres météoriques ressemblent à leur tour par leur structure et leur composition aux formations terrestres, surtout quant au caractère radial concentrique de leurs chondres, analogues aux sphérolithes des roches terrestres. Ceci démontre l'identité des lois régnant, quant à sa formation et sa structure, la matière de la Terre et celle qui se trouve en dehors d'elle. — M. Schottky adresse une note du Professeur

E. Landau, de Berlin, sur la non-disparition d'une série de Dirichlet. L'auteur y présente deux nouveaux ordres de démonstration du théorème démontré pour la première fois par Dirichlet, à savoir : $\gamma^{(n)}$ étant un caractère réel, autre que le caractère principal de l'ensemble des classes résiduelles, premières par rapport à k , la valeur de la somme

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\gamma^{(n)}}{n}$$

est différente de zéro.

Séance du 22 Février 1906.

M. Möbius présente un Mémoire relatif à la question de savoir si les animaux sont capables de percevoir et de ressentir la Beauté. L'éminent biologiste qu'a été Darwin donne une réponse affirmative à cette question, supposant que la beauté remarquable des oiseaux, insectes et autres animaux mâles, comparée à l'aspect moins beau de leurs femelles, s'expliquerait par le fait que ces dernières choissent, pour l'accouplement, les mâles les plus beaux. S'appuyant à cette manière de voir, l'auteur démontre qu'en se guidant sur le reste de leurs propriétés psychiques, il ne convient point d'attribuer aux animaux des goûts esthétiques. Tout en étant capables de distinguer des différences de couleurs, de forme et de mouvement, ils ne seraient pas susceptibles de percevoir la régularité qui est en toutes choses et qui justement en fait la beauté.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 1^{er} Février 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Leon : Sur l'équilibre élastique d'une sphère creuse ou d'un cylindre creux, quand une pression uniforme p_e et p_i agit sur les surfaces extérieure et intérieure respectivement, en considérant dans les tensions des membres qui sont du deuxième ordre par rapport aux éléments de la déformation. — M. E. Weiss présente ses travaux sur la mesure photographique des azimuts et décrit la méthode et l'instrument qu'il emploie dans ce but.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Lecher détermine les courbes de variation de l'effet Thomson en fonction de la température dans un conducteur linéaire pour Ag, Cu, Fe et le constant, et montre au moyen de diagrammes qu'énergétiquement l'effet Thomson, l'effet Peltier et la force thermo-électrique additionnés sont égaux à zéro, c'est-à-dire que, de deux de ces grandeurs, on peut déduire la troisième. — M. K. Przibram a étudié la condensation des vapeurs dans l'air ionisé. Tandis que la vapeur d'eau se condense d'abord sur les ions négatifs, les vapeurs des alcools se condensent d'abord sur les ions positifs. Le chloroforme et l'iode d'éthyle se comportent de même; le benzène et l'acétone ne montrent aucune différence de charge. — MM. S. Meyer et E. von Schweidler ont déterminé la constante de diminution de moitié de l'activité du radium F (138,2 jours), du radio-plomb (135,5 jours), du radio-tellure (136,5 jours) et du radio-bismuth (138,9 jours) : la moyenne est de 137 jours. — M. L. Bunzl a étudié l'occlusion de l'émanation du radium par les corps solides; elle est surtout sensible pour les corps poreux. Le charbon de bois absorbe l'émanation beaucoup mieux que toutes les autres substances. — MM. R. Doht et J. Haager ont observé que l'acide nitreux agit sur les trois polyurées isomères et sur la *m*-xylurée, en présence d'un excès d'HCl, avec formation des carbonimides correspondantes. Sans excès d'HCl, sont seules nitrosées les urées dont les positions ortho par rapport au groupe imidique ne sont pas substituées; les autres fournissent les isocyanates cor-

respondants. — MM. P. Gelmo et W. Suida ont constaté que la laine de mouton qui a été soumise pendant des temps variables à l'influence de l'eau bouillante, des acides, de l'ammoniaque et du carbonate de soude dilués subit une hydrolyse progressant irrégulièrement dans le sens de la rupture des liaisons factoniques, de sorte que, tandis que les propriétés basiques restent les mêmes, les propriétés acides croissent. Ce fait concorde avec l'observation courante de la moindre solidité des colorants sur les laines qui ont été traitées longtemps par des liquides acides.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. B. Wahl présente ses recherches sur la structure des Turbellariés parasites de la famille des Dalyeliides Vorticides. Il donne la description histologique de deux espèces du genre *Anoplodium*, dont l'une, *P. l. gracile*, vivant dans la cavité de *Molothuria Forskalii*, constitue une espèce nouvelle. — M. E. von Marenzeller a reconnu que toutes les Eupsammies ont un état jeune commun avec des septes régulièrement développés des trois ordres. Les *Rhodopsammia* et les *Heteropsammia* remplissent complètement les conditions de la loi de croissance de von Koch : toutes les septes du 1^{er} ordre y apparaissent à leur place et même celles du 5^e ordre, au moins en partie. Chez les autres, le reste du développement n'est jamais que partiel. — Le même auteur a étudié les coraux de profondeur recueillis par l'expédition de la *Pola* dans la Mer rouge. A part deux nouveaux genres, tous les autres étaient déjà connus dans la zone littorale de l'Océan Indien et de l'Océan Pacifique. — M. H. Zikes montre que les mouvements du *Bacterium Zopfii* excités par l'action de la pesanteur ne sont pas dus, comme on le croyait, au géotropisme, mais à la géotaxie négative. La direction de ces mouvements est aussi plus ou moins influencée par la chimotaxie. — M. O. Richter a constaté que les germes des différentes plantes sont beaucoup plus sensibles aux excitations lumineuses quand ils croissent dans de l'air contenant des impuretés que dans l'air pur; il en est de même pour l'action du géotropisme. — M. A. Zahlbruckner a étudié la flore lichénologique de la Crète; il a recueilli 89 espèces. La Crète orientale se rattache au continent grec; mais la flore des îles Paximadhis se rattache au domaine adriatique. — MM. F. Krasser et Kubart ont poursuivi l'étude de la flore fossile de Moletan en Moravie. Cette flore comprend : des Fougères, des Cycadophytes, des Conifères, des Englandacées, des Moracées, des Platanacées, des Lauracées, des Araliacées, des Magnoliacées, des Myrtacées et quelques Monocotylédones; elle est céno-manienne.

Séance du 8 Février 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Tomann a déterminé la composition du mucilage des fruits de *Viscum album* et du *Loranthus europaeus*. Le premier est formé de deux couches : l'extérieure, constituée par un mucilage cellulosique, et l'intérieure, constituée par un mucilage pectique. Par contre, l'enveloppe mucilagineuse du *Loranthus* est homogène et constituée seulement par du mucilage pectique dans lequel sont suspendues des gouttelettes grasses. Ces deux mucilages empêchent la germination et facilitent la dissémination des graines par les oiseaux.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. — M^{lle} P. Brezina a étudié l'anatomie du bois des Composites. Elle correspond en gros à la structure du bois des Dicotyles. A côté d'autres caractères, on remarque fréquemment la présence de vaisseaux et de trachéides avec sculpture double de la membrane.

LOUIS BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 23, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les chocs en Mécanique céleste. — Pendant que les conséquences de chocs possibles entre corps célestes attirent l'attention des astronomes¹, il se trouve que, au point de vue purement théorique, l'étude des chocs entre planètes, si importante dans l'intégration des équations de la Mécanique céleste, tend à faire de sérieux progrès.

Comme on le sait², M. Painlevé a établi la régularité des trajectoires de la Mécanique céleste dans le cas où les chocs ne se produisent pas; mais c'est à M. Lévi-Civita qu'on doit d'avoir discuté la condition pour qu'il en soit ainsi, du moins dans le cas le moins compliqué, celui auquel on donne le nom de « problème restreint ».

L'initiative de M. Lévi-Civita s'est bientôt montrée féconde et, peu de temps après, M. Bisconcini s'est occupé d'étendre le résultat primitif aux cas généraux du problème des trois corps.

M. Lévi-Civita reprend aujourd'hui³ la question et se propose, toujours en se bornant au problème restreint, de compléter ce résultat sur un point essentiel.

En effet, comme le remarque l'auteur, « les corps célestes ne sont pas des points matériels, et il est loisible de les traiter ainsi pourvu seulement que leurs dimensions soient négligeables par rapport aux distances, c'est-à-dire (dimensions et degré d'approximation étant donnés) pourvu que leurs distances ne descendent pas au-dessous d'une certaine limite ». A cette condition seulement, les résultats mathématiques seront acceptables.

... « Reconnaître d'avance sur les données initiales quand il en est ainsi, voilà le but essentiel de l'analyse qualitative de notre problème. »

Or, en étudiant les trajectoires pour lesquelles le corps attiré P passe dans un certain voisinage D d'un des corps attirants, l'auteur a pu constater que le minimum δ de la distance entre les deux corps est une fonction uniforme (dans le voisinage en question)

de la position et de la vitesse P. Il suffira donc d'exprimer que cette fonction est supérieure à ϵ .

Toutefois, ce résultat pourrait prêter à une interprétation erronée. L'inégalité ainsi écrite exprime que le point P ne passera pas à une distance moindre que δ du corps attirant tant qu'il restera dans le domaine D. Mais il n'en est plus de même s'il quitte ce domaine pour y revenir après un intervalle de temps plus ou moins long; dans ce cas, les calculs précédents n'apprennent rien sur cette phase ultérieure du mouvement.

L'Étoile variable Algol. — Chandler a publié dans l'*Astronomical Journal* une formule donnant l'éclat d'Algol, et d'après laquelle l'Annuaire du Bureau des Longitudes calcule des éphémérides pour cette étoile; mais l'écart devient de plus en plus grand entre l'observation et le calcul des minima d'intensité. M. Enzo Mora a groupé heureusement les observations qu'il poursuit depuis de longues années sur cette étoile: les résultats méritent confiance, car les mesures elles-mêmes sont effectuées en tenant compte de l'équation de la lumière et de la différence d'absorption atmosphérique pour les étoiles de comparaison.

Les époques minima observées avant 1900 s'accordent assez bien avec celles qu'on tire de la formule de Chandler; mais, dès 1900, le désaccord apparaît et cette formule donne, pour la durée de la période, des valeurs entièrement inadmissibles. En effet, tandis que la période d'Algol, d'après la formule, serait de $2^h 20^m 48^s 56^{\circ},7$ en 1900 et $2^h 20^m 48^s 57^{\circ},8$ actuellement, M. Enzo Mora trouve, pour 1901:

$$2^h 20^m 48^s 54^{\circ},45 \pm 0^{\circ},13,$$

et, en groupant les observations des dernières années jusqu'en décembre 1904, les lieux normaux donnent, pour 1903:

$$2^h 20^m 48^s 54^{\circ},42 \pm 0^{\circ},10.$$

Ce dernier résultat est presque identique au précédent: faut-il donc en conclure que la période d'Algol n'a pas sensiblement varié depuis 1901? La question, on le voit, est très importante, puisqu'elle concerne un des points les plus délicats qui soient soulevés par les étoiles variables.

¹ Voir la *Revue* du 13 mars 1906.

² Voir la *Revue* du 30 juillet 1903 (p. 742).

³ *Acta Math.*, t. XXX.

§ 2. — Géodésie

Différence de longitude Paris-Greenwich.

— Suivant le désir exprimé par la Conférence géodésique internationale en 1898, l'opération de la détermination de la différence de longitude entre Paris et Greenwich fut concertée entre ces deux observatoires : MM. Dyson et Hollis, d'une part, MM. Bigourdan et Lancelin, d'autre part, devaient former deux équipes d'observateurs avec double échange des observateurs et des instruments. Il a été fait trois séries de printemps et trois séries d'automne, et les précautions prises pour l'élimination des erreurs instrumentales furent très étendues.

Dans les *Comptes rendus* (t. CXXXIX), les astronomes français ont donné comme résultat de leurs mesures la valeur

$$9^{\text{h}}20^{\text{m}},974 \pm 0,008,$$

tandis que, dans le tome LXV de *Monthly Notices*, les observateurs anglais donnent

$$9^{\text{h}}20^{\text{m}},932 \pm 0,006.$$

Cette détermination est extrêmement intéressante; mais l'écart des mesures est de six fois l'erreur probable moyenne, et il reste à expliquer cette singularité : est-ce mauvaise définition de l'erreur probable, ou intervention d'équations personnelles fluctuantes?

Poussées à une telle approximation, les mesures sont vraiment difficiles et nécessitent la plus grande habileté chez des observateurs très circonspects.

§ 3. — Physique du Globe

Perturbations magnétiques et taches solaires. — M. E. W. Maunder a fait l'étude complète de 276 perturbations magnétiques bien caractérisées, sur une période de vingt-deux ans, pour comparer la statistique aux phénomènes astronomiques contemporains. Empruntant au Professeur Ricco les documents de probubérances, à Greenwich ceux des taches et facules, il a représenté tous ces phénomènes par des courbes qui imitent assez bien l'allure de la courbe des orages magnétiques, et la comparaison est plus remarquable encore pour les facules que pour les taches.

Sans entrer dans le détail des discussions statistiques, nous donnerons du moins les conclusions de l'auteur :

1° L'origine des perturbations magnétiques est dans le Soleil et point ailleurs. Leur période est celle de la rotation synodique, et non celle de la rotation sidérale ;
2° Les aires solaires qui provoquent les orages magnétiques sont bien définies ;

3° Ces aires tournent comme la zone des taches, entre 0° et 30° de latitude ;

4° Les plus fortes perturbations magnétiques sont liées à l'apparition de grandes taches ;

5° L'activité magnétique d'une aire donnée peut précéder la formation d'un groupe important de taches et lui survivre ;

6° L'action magnétique est limitée à un faisceau étroit qui tourne à toute distance avec le Soleil ; ainsi s'expliquent le commencement brusque et le retour périodique des orages magnétiques ;

7° La largeur moyenne de ces faisceaux peut se déduire de la durée moyenne des orages magnétiques ;

8° L'activité magnétique des taches paraît sujette à des éclipses ;

9° Les taches qui donnent lieu aux grandes perturbations passent en général au sud du centre. Il semble donc que leur action n'est pas exactement radiale.

M. E. W. Maunder a une compétence reconnue en ces matières et il faut certainement attacher la plus grande considération à ses conclusions ; mais, d'autre part, il s'agit là d'un des problèmes les plus troublants et les plus controversés de l'époque actuelle, et nous devons ici rapprocher les idées de quelques autres spé-

cialistes, d'autant plus que la première conclusion semble dépasser sensiblement la portée de la statistique dressée. Si tout le monde est à peu près d'accord pour reconnaître la tendance des perturbations magnétiques à se reproduire après une ou plusieurs rotations solaires, quelques auteurs ne jugent pas qu'une émission directe du Soleil puisse fournir l'énergie mise en jeu dans ces phénomènes.

Faut-il donc admettre, avec M. Schuster, que l'énergie mise en jeu dans les orages magnétiques est empruntée à la rotation de la Terre ? qu'elle est sous la dépendance de courants électriques circulant dans notre atmosphère et qu'elle se trouve libérée, à la manière d'une étincelle électrique, par des émissions corpusculaires venues du Soleil et modifiant la conductibilité électrique de l'air ? C'est là une hypothèse assez plaisante tout d'abord, mais elle repose aussi sur une base bien frêle ; son mécanisme n'est même pas ébauché, alors qu'il devrait être susceptible d'un traitement numérique.

A nos yeux, jusqu'à nouvel ordre, il faut se rapprocher de préférence d'idées analogues à celles de M. A.-L. Cortie. Orages magnétiques et taches ne sont pas sous la dépendance directe les uns des autres, mais constituent deux groupes de phénomènes qui résultent eux-mêmes d'une cause commune encore mal définie.

§ 4. — Physique

Sur la nature de la pression osmotique. —

L'explication donnée par M. van't Hoff des phénomènes se rattachant à la pression osmotique, à savoir que cette dernière serait due aux chocs des molécules de matière dissoute contre la membrane semi-perméable, vient d'être critiquée par beaucoup de savants.

MM. A. Battelli et A. Stefanini s'occupent depuis quelque temps, à l'Institut de Physique de l'Université de Pise*, d'expériences tendant, entre autres, à établir les relations qui existent entre la pression osmotique et la température. On lira, dans ce qui va suivre, l'énoncé préliminaire de certains des résultats trouvés par ces expérimentateurs :

Les phénomènes osmotiques sont toujours déterminés par les différences de tension superficielle. Quant à la direction de l'osmose, celle-ci se produit dans tous les cas dans le sens le plus approprié à compenser les tensions superficielles des deux côtés de la membrane.

Les solutions à tension superficielle égale, bien que n'étant pas équimoléculaires, sont toujours à l'état d'équilibre osmotique mutuel.

Les faits précités rendent extrêmement improbable que la pression osmotique soit d'une nature purement cinétique, comme le veut M. van't Hoff.

§ 5. — Électricité industrielle

La traction électrique sur le chemin de fer du Simplon. —

Bien que le premier train de chemin de fer ait récemment traversé le Simplon, la grande ligne passant à travers ce tunnel ne sera pas ouverte au service public avant la fin du mois de mai. Or cette date fera époque dans l'histoire de la traction électrique ; elle marquera, en effet, le premier emploi en Europe de l'électricité sur l'une des voies ferrées internationales.

L'offre que vient de faire aux autorités des Chemins de fer d'Etat suisses l'une des plus importantes maisons d'électricité de ce pays ne manque pas de hardiesse : Après avoir, à leurs dépens, aménagé pour le service électrique la section traversant le tunnel (20 kilomètres), MM. Brown, Boveri et Cie se sont, en effet, engagés à rétablir cette ligne à l'état primitif, prête à être exploitée par la vapeur, dans le cas où la traction électrique ne donnerait pas des résultats au moins aussi

* *Physikalische Zeitschrift*, n° 6, 1906.

satisfaisants que la vapeur. Cette promesse fait voir à quel point on est sûr des avantages offerts par l'électricité. Il n'y a pas de doute qu'une fois cette première portion ouverte à la traction électrique, on n'étende cette dernière bien vite à la ligne tout entière, et que d'autres lignes de chemins de fer ne suivent cet exemple avant bien longtemps.

Vu la brièveté du temps disponible avant l'ouverture du tunnel, on a dû renoncer à la construction d'un matériel spécial, et se contenter de celui dont on disposait. Les deux locomotives électriques (fig. 1) qu'on affectera au service du Simplon venaient d'être commandées par les Chemins de fer d'Etat italiens. Ce sont des machines à courant triphasé de 900-1.000 chevaux chacune, à trois essieux accouplés, mus par deux moteurs au moyen de bielles et sans l'intermédiaire d'engrenages. Les moteurs sont disposés pour deux vitesses, à savoir 34 kilomètres et 68 kilomètres respectivement. La puissance de traction de la locomotive est de 6 tonnes pour la petite vitesse et de 3 tonnes et demie pour la grande. Son poids total, enfin, est de 62 tonnes et le poids adhérent de 42 tonnes.

Le courant électrique triphasé sera produit sous la tension de 3.300 volts et à 15 périodes par les deux

Une combinaison des lumières Nernst et Auer. — Un problème d'un grand intérêt vient d'être résolu par M. Adolphe Herz¹. On sait que l'économie d'une source thermique de lumière est d'autant plus satisfaisante que sa température absolue est plus élevée; le maximum de radiation se déplace graduellement du côté de la portion visible du spectre, à mesure que la température monte, en même temps que l'intensité lumineuse totale de la lampe s'accroît dans des proportions bien plus rapides que celle qui correspondrait à une progression arithmétique. Lorsque, par exemple, la température du platine nu est portée de 800° à 820° seulement, la puissance lumineuse augmente de plus du double, et, si la température d'un corps se trouvant à l'incandescence blanche est portée de 1 à 2, son intensité lumineuse s'accroît de 1 à 2¹², c'est-à-dire de 1 à 4.000.

Or, il est impossible de réaliser avec les flammes ordinaires des températures excédant 1.800-2.000°; il n'est pas non plus possible de surpasser avec les brûleurs Auer une économie relativement faible de la production de lumière. Par contre, les courants électriques donnent le moyen d'accroître considérablement la température des corps. Un manchon Auer ou tout

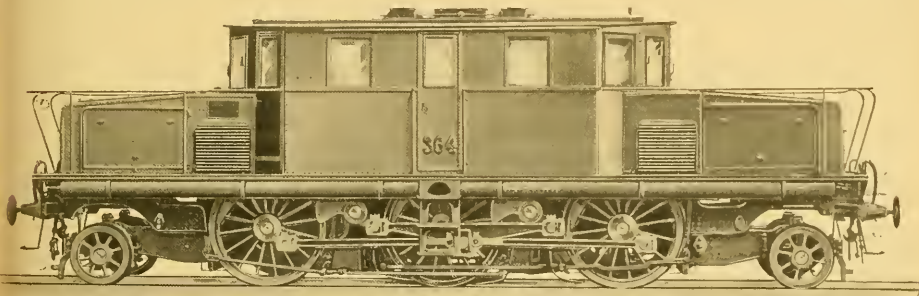


Fig. 1. — Locomotive électrique pour la traction des trains dans le tunnel du Simplon.

usines de force hydraulique installées aux deux extrémités du tunnel pour la commande des machines ayant servi dans la construction du tunnel. Ces usines, après quelques modifications préalables, se prêteront parfaitement au nouvel usage auquel on les destine. Le fil de trolley est à deux pôles, les rails servant de conducteurs de retour; il est soutenu par des suspensions transversales disposées à des intervalles de 25 mètres. Une gare d'évitement électrique, construite au centre du tunnel, a été prévue pour le cas où un entre-croisement de trains serait nécessaire à la suite d'un retard.

Les trains arrivant de Lausanne, après avoir été découplés, en gare de Brigue, de leurs locomotives à vapeur, seront attachés à la locomotive électrique, destinée à les remorquer à travers le tunnel, jusqu'à la station d'Iselle, où le service électrique est remplacé par la vapeur. Le tronçon du tunnel comprend, par intervalles, jusqu'à 5 voies placées l'une à côté de l'autre.

Les rampes, à part quelques courtes portions de 10 ‰, sont sensiblement constantes, celle du nord (de Brigue au centre du tunnel) étant de 2 ‰, et celle du midi (du centre à Iselle) de 7 ‰.

Il s'agira de transporter des trains de voyageurs d'un poids de 365 tonnes et des trains de marchandises de 465 tonnes; les premiers mettront vingt minutes pour traverser la ligne de Brigue à Iselle et trente minutes en sens opposé, les temps correspondants étant de quarante minutes pour les trains de marchandises dans les deux sens.

Alfred Gradenwitz.

autre filament d'une forme appropriée, formé d'oxydes métalliques, est un isolateur d'électricité à peu près parfait aux basses températures, tout en devenant bon conducteur lorsqu'on le porte à la chaleur rouge (c'est ce qui se passe dans le cas des lampes Nernst).

C'est ce fait qu'utilise M. Herz en fournissant, à un filament échauffé par un bec de gaz, un courant électrique d'une intensité et d'une tension convenables, de façon que ce filament, en dehors du chauffage dû au bec de gaz, se trouve soumis à un accroissement ultérieur de la température, produit par le courant électrique. Son rendement lumineux se trouve par là augmenté dans des proportions considérables.

§ 6. — Chimie

L'explosion des mélanges de gaz d'éclairage et d'air. — C'est là une question qui a déjà suscité les études de nombreux savants et qui, cependant, réserve encore aux chercheurs d'importantes constatations, ainsi que le montre l'intéressante communication que vient de faire, sur ce sujet, M. B. Hopkinson à la Société Royale de Londres; nous en résumons ci-après les principaux points.

L'explosion de mélanges homogènes de gaz d'éclairage et d'air, à la pression et à la température atmosphériques, a été étudiée au moyen de thermomètres à résistance de platine placés en divers points dans le

¹ Zeitschrift für Beleuchtungswesen, n° 7, 1906.

vase à explosion. Le récipient est de forme cylindrique trapue, de 6,2 pieds cubiques de capacité, et le mélange est allumé au moyen d'une étincelle électrique jaillissant au centre. Chaque thermomètre consiste en une boucle d'un fil de platine nu d'environ 5 centimètres de longueur et d'un diamètre de 1/1000 de pouce, qui est placée en série avec une batterie à potentiel constant et un galvanomètre à réflexion à courte période, dont la déviation est enregistrée photographiquement sur un tambour tournant. La pression du gaz est enregistrée sur le même tambour. L'arrivée de la flamme sur un fil quelconque est marquée par une forte élévation dans sa résistance, et la vitesse de l'élévation, corrigée du retard du fil, donne une mesure de la rapidité avec laquelle les gaz se combinent autour de lui.

Voici maintenant les résultats obtenus par l'auteur : Avec un mélange consistant en un volume de gaz et neuf volumes d'air, la flamme se propage à partir de l'étincelle d'une manière un peu irrégulière, mais à une vitesse approximative de 150 centimètres par seconde. Un thermomètre placé près de l'étincelle produisant l'explosion indique une élévation subite de la température allant jusqu'à environ 1.200°C., après quoi elle reste presque constante jusqu'à ce que la flamme s'approche des parois du récipient. Par suite de la rapide élévation de pression qui se produit alors, la compression adiabatique du gaz brûlé au centre fait élever la température en cet endroit jusqu'à environ 1.900°C.; le résultat est que le fil du thermomètre fond généralement. En un point proche des parois, le gaz est comprimé presque à la pression maximum déjà avant l'ignition; en conséquence, la température s'élève subitement jusqu'à 1.200°C. ou 1.300°C., et, comme il y a peu de compression subséquente, il n'y a pas d'autre élévation appréciable de température.

Ainsi, par suite des conditions différentes du gaz en divers points du récipient, il existe des différences de température de 500° dans le gaz à la pression maximum après une explosion de cette sorte. Il ne semble pas avoir été remarqué jusqu'ici que de telles différences dussent nécessairement se produire, après une explosion, même dans un vase imperméable à la chaleur. Ces différences sont rapidement effacées par des courants de convection, mais leur importance au moment de la pression maximum est telle qu'il est impossible d'obtenir une valeur exacte de la chaleur spécifique au moyen de l'enregistrement de la pression d'après la méthode de MM. Mallard et Le Châtelier. Le travail de ces savants n'est pas cependant justiciable de l'objection principale qui a été jusqu'ici soulevée contre lui, c'est-à-dire que la combustion était incomplète lorsqu'ils mesurèrent la chaleur spécifique. Les expériences de M. Hopkinson montrent que la combustion en un point quelconque est pratiquement terminée 1/40° de seconde après son début, et que 1/30° de seconde après l'obtention de la pression maximum, le gaz dans le récipient peut être considéré comme un mélange de CO₂, de vapeur et de gaz inertes à un état d'équilibre chimique. La pression du gaz enflammé au centre du vase s'élève, durant la propagation de la flamme, de 1 à 6 atmosphères. Pendant ce temps, il ne perd pas de chaleur, et l'élévation de la température observée est de 1.200° à 1.900° C. Il s'ensuit qu'entre ces limites de température la valeur moyenne de γ (rapport des chaleurs spécifiques) pour ce gaz est de 1,25.

Avec un mélange plus dilué, contenant un volume de gaz et douze d'air, la propagation de la flamme est beaucoup plus lente : il s'écoule environ 2 1/2 secondes avant que tout le gaz soit brûlé. Par suite de la lente propagation de la flamme, les courants de convection jouent un rôle important pendant le cours de l'ignition; les gaz brûlés s'élèvent à la partie supérieure du récipient et le reste du gaz qui doit être brûlé n'est pas situé près de la paroi, mais immédiatement au-

dessus de l'étincelle, à une faible distance de celle-ci; quoique la flamme se propage très lentement, la combustion de n'importe quelle partie du gaz, lorsqu'elle a commencé, s'effrue presque aussi rapidement que dans le mélange le plus concentré. Il n'y a pas de *combustion résiduelle*, dans le sens d'un lent accomplissement d'une réaction déjà commencée. Durant la période de 1/10° de seconde avant le moment de la pression maximum, une certaine quantité de gaz n'est pas encore brûlée, mais 1/10° de seconde après tout le gaz est complètement brûlé et tout le mélange se trouve en équilibre chimique.

Au cours de ces recherches, la différence de température entre un fil fin plongé dans le gaz et la température de celui-ci a été déterminée par la comparaison des températures de deux fils, dont l'un a un diamètre double de l'autre, placés l'un près de l'autre dans la même explosion. On trouve ainsi l'erreur due à la radiation et l'on constate que, si la température d'un fil de 1/300° de pouce de diamètre varie à raison de 1.300°C. par seconde, il doit alors être de 200°C. plus chaud ou plus froid que le gaz qui l'environne. Ces résultats sont employés pour trouver la température actuelle du gaz d'après celle d'un fil de 1/1000° de pouce de diamètre qui y est plongé, et M. Hopkinson arrive à la conclusion que les températures, dans un cylindre de moteur à gaz, ne peuvent pas être obtenues par l'emploi d'un fil plus épais que celui-ci, sinon en appliquant les corrections s'élevant à plusieurs centaines de degrés centigrades. L'auteur cherche alors à tirer parti de ces résultats pour discuter la question de la combustion résiduelle dans les moteurs à gaz; il arrive à la conclusion que la chaleur spécifique élevée des produits de la combustion, avec une certaine perte de chaleur pendant le passage de la flamme à travers l'espace de compression, explique toutes les particularités du diagramme du moteur à gaz. La forme du diagramme obtenu avec des mélanges dilués est due simplement à la très lente propagation de la flamme et non à quelque retard dans l'obtention de l'équilibre chimique en un point que la flamme a déjà atteint.

Les colorations des pierres précieuses sous l'action du radium.

— On a observé à plusieurs reprises que les substances inorganiques, exposées à l'action des rayons cathodiques ou de ceux du radium, prennent des colorations, à savoir : le verre une teinte fortement brune ou violette, le chlorure de sodium une couleur gris-brun, et le chlorure de potassium une nuance soit brunâtre, soit jaune, selon les circonstances. Ces observations ont suggéré l'idée d'exposer aux rayonnements du radium les minéraux transparents naturels employés comme bijoux; cette expérience a été, en effet, tentée par M. Crookes dans le cas du diamant.

Dans une série étendue d'expériences parraines, entreprises par M. A. Miethe¹, on a constaté qu'un nombre très grand de pierres précieuses changent de couleur sous l'action d'un rayonnement plus ou moins prolongé dû à une substance fortement radio-active. Bien qu'on ne puisse pas encore énoncer de principes communs à tous les phénomènes observés, on peut dire cependant que la teinte des pierres claires change facilement, tandis que les minéraux possédant une forte coloration originale ne présentent qu'une faible variation de couleur. Ce fait pourra peut-être se rattacher à la loi récemment trouvée par les minéralogistes, à savoir que les pierres précieuses d'une couleur claire ne renferment le plus souvent aucune impureté chimique pouvant produire une coloration, tandis que, dans le cas d'une coloration sombre, la pierre contient des sels métalliques colorants ou même des corps organiques de la série des hydrocarbures.

¹ *Annalen der Physik*, n° 3, 1906.

§ 7. — Géologie

Les glaciers de la Savoie. — Les questions glaciaires sont plus que jamais à l'ordre du jour, et, si ce sont des physiiciens qui se livrent actuellement à leur étude avec le plus d'ardeur, le point de vue géographique n'en conserve pas moins toute son importance. Nous n'en voulons pour preuve que les deux études, d'un haut intérêt, que M. Paul Girardin, le patient enquêteur de la Commission française des glaciers, vient de consacrer à son champ d'observation, les glaciers de la haute Maurienne, de la haute Tarentaise et de la Vanoise¹. Les appareils glaciaires de ces régions sont non seulement remarquables par leur nombre et leur étendue, mais encore les plus méridionaux surprennent par leur basse latitude, qui est celle du cours moyen du Pô et de la région du Karst. M. Paul Girardin en attribue la cause principale à un fait de topographie : la « Savoie massive » possède, à défaut d'altitudes exceptionnelles, une altitude moyenne très élevée, qui permet aux glaciers de se défendre contre les influences du climat. Cette altitude moyenne peut être mise en évidence soit par l'élévation des cols, soit par celle du fond des vallées, qui dépassent ce que nous pouvons constater dans les autres régions alpines. C'est une première constatation intéressante que le développement des glaciers dépend beaucoup moins de la présence de hautes cimes que de l'extension de larges surfaces élevées.

A juste titre, M. Paul Girardin répudie l'idée de climat général pour une région si morcelée en bassins diversement orientés qu'il ne saurait y être question que de climats locaux. Ceux-ci ont pourtant un caractère commun qui réside dans la faiblesse des précipitations. Cependant, ces précipitations augmentent avec l'altitude, et comme, à partir de 2.000 mètres, elles se condensent sous forme de neige, — même en été, dès le second jour, — et s'y maintiennent grâce à l'extension de la surface élevée, il en résulte des conditions physiques favorables à la glaciation, et à une glaciation plus étendue que ne le laisserait supposer l'altitude élevée des fronts, ce qui vient encore à l'appui de la prédominance du facteur topographique. D'ailleurs, la topographie explique non seulement la répartition locale de ces glaciers, leur préférence pour l'exposition ouest, mais jusqu'au type auxquels ils appartiennent. Si le climat empêche leur front d'atteindre le fond des vallées, comme c'est le cas pour le plus grand nombre, c'est bien la forme du relief qui les développe en une frange continue de glaciers de plateau ou glaciers suspendus.

C'est de la limite des neiges que dépendent et l'extension et le régime des glaciers. De là, l'importance de la détermination de cette limite. Après avoir défini ce qu'il faut entendre par limite locale, limite climatique et limite topographique, M. Paul Girardin critique la méthode dite indirecte, employée par Knowski et reprise par Jezeirleiner, d'après laquelle la valeur de la limite climatique serait la hauteur moyenne du glacier. A côté du caractère hypothétique du point de départ, il faut aussi remarquer que les cartes utilisées pour ces calculs sont à trop faible échelle et ne donnent qu'un état plus ou moins ancien du glacier. Dans ces conditions, ne pourrait-on avoir recours à une méthode d'observation directe permettant de déterminer cette limite sur le glacier lui-même, c'est-à-dire au point où le glacier proprement dit disparaît sous la neige qui persiste toute l'année ? Cette ligne des neiges se reconnaît à ce qu'au-dessous l'eau ruisselle sur la surface du glacier, tandis qu'au-dessus, l'eau pénètre dans la neige. D'autre part, à partir de la limite où le glacier proprement dit se dégage du névé, on voit la glace se

relever peu à peu en son milieu et prendre un profil transversal bombé, tandis que, dans le bassin d'alimentation, la neige épouse les concavités du sol. Ces différences se traduisent dans les cartes par une allure différente des courbes, convexes sur le glacier proprement dit, concaves sur le névé, enfin, rectilignes à la limite des deux zones. Cette *méthode topographique*, comme l'appelle son auteur, ne fait donc intervenir ni formule, ni rapport arbitraire : elle n'est que l'enregistrement d'un fait précis correspondant à une limite réelle. Seulement la précision sera en quelque sorte proportionnelle à la grandeur de l'échelle des cartes ; c'est pourquoi M. Paul Girardin profite de ses excursions sur place pour dresser des cartes glaciaires au 1/5.000¹.

Les différents repères, établis par M. Paul Girardin depuis l'été de 1902, attestent tous une décrue, irrégulière et variable, plus ou moins forte suivant la « sensibilité » du glacier. Ce retrait se reconnaît d'ailleurs à l'apparition de rochers, émergeant de leur « zénice » de glace, mais surtout à la forme du front qui passe par trois phases successives : le morcellement en lobes, séparés par des échancrures, la dissymétrie des bords et enfin l'abandon de plaques de « glacier mort ». Malgré l'âge récent des observations, mais en s'aidant des témoins glaciaires, moraines frontales et riveraines, et aussi de l'état de la végétation et des souvenirs des gens du pays, M. Paul Girardin a essayé d'esquisser l'histoire récente de ces glaciers. Tous ont ressenti vers 1818 la grande extension du début du XIX^e siècle, la plus importante depuis les temps historiques, et qui fut accompagnée d'une seconde oscillation vers 1855, à laquelle mirent fin les été chauds de 1856-57. Les grands appareils glaciaires arrivèrent au niveau du palier supérieur de la vallée, les montagnards craignaient pour leurs alpages. Depuis ce moment, le mouvement de retrait n'a guère été interrompu que vers 1890, où presque tous ces glaciers donnèrent, en même temps, des signes d'avancement que l'on doit plutôt interpréter comme un simple arrêt dans la décrue.

En dernière analyse, les observations locales de M. Paul Girardin confirment, pour leur part, le remarquable phénomène que M. Charles Rabot a si puissamment contribué à mettre en lumière : le parallélisme, dans le temps et dans l'espace, des mouvements de crue et de décrue de tous les glaciers terrestres.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial
(des jeunes filles de Fribourg (Suisse)).

§ 8. — Géographie et Colonisation

La Sardine au Maroc. — On sait que la Sardine est abondante sur les côtes du Maroc, où l'on en pêche 360 millions par an. La pêche s'y fait au moyen de sennes et de filets semblables à ceux de nos pêcheurs bretons. Les équipages des bateaux se composent ordinairement de quatre matelots et d'un patron. Pour faire monter la Sardine et la faire donner dans le filet, on emploie une sorte de *rogue* composée de sardines, de maquereaux, d'oursins écrasés et mélangés à du sable et de l'huile. Les Arabes sont très satisfaits de cette rogue appelée *M'rasa*².

Le Maghzen possède trois sennes et trois grands canots qui ramènent à terre environ 320 millions de sardines. Le produit de cette pêche se partage en trois lots égaux : un pour le Sultan, un pour l'entretien du matériel, et un pour l'équipage, auquel le monarque abandonne souvent la moitié de sa part.

Quand la pêche a été abondante, la sardine se vend 2 fr. 50 le mille ; quand elle est moyenne, 7 francs, et quand elle est mauvaise, le prix peut monter jusqu'à 25 francs.

¹ M. GIRARDIN : Les Glaciers de Savoie, *Bull. de la Soc. Neuchâteloise de Géographie*, t. XVI, Neuchâtel, 1905. — 10 : Les phénomènes actuels et les modifications du modèle dans la haute Maurienne. *La Géographie*, 15 juillet 1905.

² M. Girardin a pour collaborateurs habituels deux étudiants de l'Université de Fribourg, MM. Cesare Calcini et M. de Conza.

³ *Revue générale de la Marine marchande*, 1905, p. 451.

LES LOCOMOTIVES AMÉRICAINES

Dès l'origine des chemins de fer, les locomotives américaines ont été caractérisées par des dispositions originales, bien adaptées aux lignes qu'elles desservent et à leurs méthodes d'exploitation, dis-

posse également des ateliers de locomotives.

La production des ateliers des Etats-Unis a dépassé, en 1903, 5.000 locomotives, dont un certain nombre pour l'exportation. Cette production

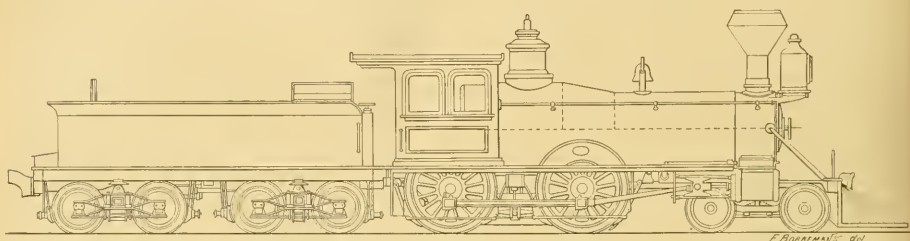


Fig. 1. — Locomotive type Américain, construite en 1885 dans les ateliers de Montréal du Canadian Pacific Railway.

positions dont quelques-unes ont été imitées par les constructeurs européens. Le grand nombre de ces machines, les dimensions colossales qu'on leur donne aujourd'hui, leur influence sur le développement des Etats-Unis, en rendent l'étude intéressante à divers titres ¹.

Les locomotives qui desservent l'immense réseau des voies ferrées aux Etats-Unis, auquel il convient de rattacher les lignes du Mexique et du

était de 4.070 en 1902, et elle est tombée à 3.441 en 1904.

I. — TYPES DES LOCOMOTIVES.

La plupart des locomotives américaines appartiennent à un petit nombre de types, définis par le nombre et la disposition des essieux. Pendant longtemps, le type *Américain* (fig. 1), à deux essieux



Fig. 2. — Locomotive type Mogul, construite en 1902. — Poids en service : 77 tonnes.

Canada, sortent, pour la plupart, d'un petit nombre d'ateliers, ceux de Baldwin, à Philadelphie, et ceux de l'*American Locomotive Co.*, qui a réuni sous une direction unique les établissements de huit constructeurs. Quelques Compagnies de chemins de fer construisent des locomotives dans leurs ateliers, mais cette pratique est peu répandue. Le Canada

couplés et bogie, avec des dimensions qui paraissent bien petites aujourd'hui, a suffi pour assurer la plupart des services. Le type *Mogul* (fig. 2), avec un essieu porteur articulé à l'avant et trois essieux couplés, grâce à son poids adhérent plus fort, permet d'utiliser un plus grand effort de traction.

On a conservé ces deux types aussi longtemps que possible, avec des dimensions croissantes ; il en reste beaucoup en service aujourd'hui, et l'on

¹ La Revue a déjà consacré un article aux locomotives, dans son numéro du 30 mai 1901 (p. 472), mais en traitant ce sujet d'une manière générale.

en construit même encore ; mais de nouvelles dispositions sont devenues nécessaires.

L'essieu directeur unique du type *Mogul* ne vaut pas le bogie normal à deux essieux, qui se combine fort bien avec les trois essieux couplés : aussi le type dit à *dix roues* (fig. 3) s'est-il beaucoup répandu. Avec des diamètres de roues motrices

Aussi le type *Consolidation* est-il généralement préféré.

Le désir d'augmenter constamment la puissance des machines a conduit à des modifications plus radicales des dispositions anciennes. Dans la chaudière usuelle de locomotive, la *boîte à feu*, qui contient le *foyer*, descend entre les roues ; le plus

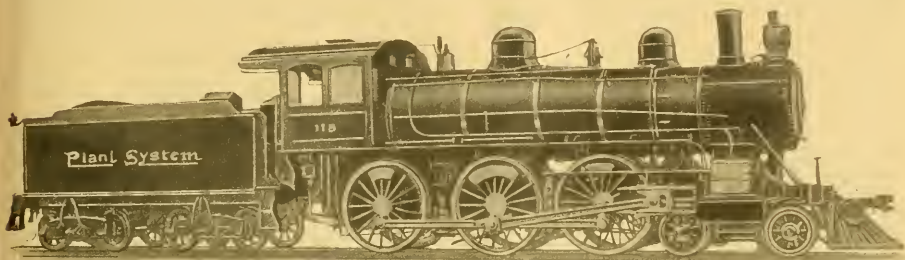


Fig. 3. — Locomotive type à dix roues.

appropriés aux vitesses demandées, il convient pour des services très variés : c'est une disposition actuellement fort usitée en Europe comme aux Etats-Unis, même pour des trains rapides.

Pour les grands trains de marchandises, le type *Consolidation* (fig. 4), avec un essieu directeur et

souvent même, le *longeron* du châssis se trouve placé entre la boîte à feu et la roue. Avec l'écartement ordinaire des voies, cette disposition limite nécessairement la largeur de la grille à un mètre environ. Cette largeur est même moindre sur beaucoup de locomotives américaines, dont les châssis,

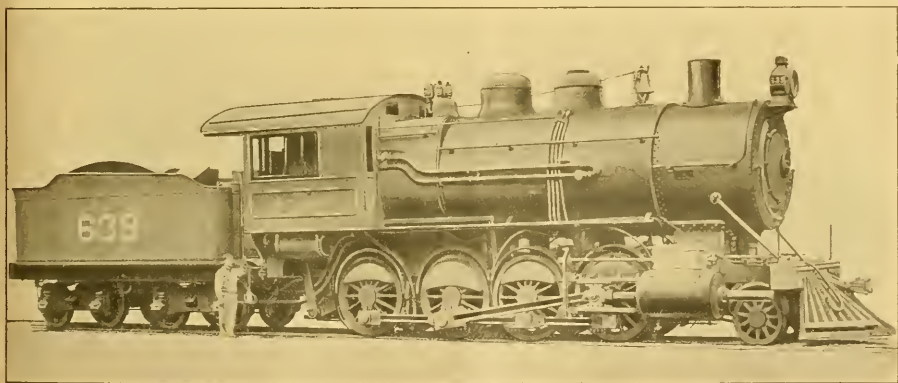


Fig. 4. — Locomotive type Consolidation.

quatre essieux couplés, est en usage depuis longtemps. Il a reçu la même modification que le type *Mogul*, substitution du bogie à l'essieu directeur unique (type dit à *douze roues*), bien que cette modification soit moins importante pour ces machines, dont la vitesse est forcément restreinte¹.

¹ Une locomotive de ce genre est figurée dans l'article précité de la *Revue*, numéro du 30 mai 1901, p. 481.

au lieu des longerons en tôle relativement mince, usités en Europe, comportent de grosses barres, forgées ou fondues, à section rectangulaire. Pour que le chauffeur puisse charger le combustible sur toute la surface de la grille, on ne dépasse guère la longueur de trois mètres, ce qui limite la surface à trois mètres carrés environ. Or, pour augmenter la puissance des machines, il faut de vastes chau-

dières qui produisent beaucoup de vapeur, avec de grandes grilles qui brûlent assez de charbon. Quand les roues sont de petit diamètre, on peut placer au-dessus de ces roues la chaudière entière, y compris sa boîte à feu, qui reçoit alors une largeur aussi grande qu'on le désire, la largeur n'étant plus limitée que par le gabarit de chargement. Mais les grandes roues empêchent cet

au-dessus des roues, généralement de diamètre assez grand.

Enfin, le type *Mikado* dérive de même du type *Consolidation* par l'addition d'un essieu porteur à l'arrière, addition motivée seulement par l'augmentation du poids de la machine, car le diamètre modéré de toutes ses roues n'oppose pas d'obstacle à l'élargissement du foyer. Parfois, on préfère



Fig. 5. — Locomotive Atlantic. — Poids en service : 81 tonnes.

élargissement du foyer, à moins qu'elles ne soient placées entièrement sous le *corps cylindrique* de la chaudière, en avant de la boîte à feu, sous laquelle il devient nécessaire de placer un essieu porteur, à petites roues. Telle est la disposition du type *Atlantic* (fig. 5), à cinq essieux, dont deux moteurs. Il convient de remarquer que cet arran-

coupler ce dernier essieu avec les quatre qui le précèdent, afin d'augmenter l'adhérence : tel est le type *Decapod* (fig. 7), à cinq essieux couplés, qui a seulement le défaut d'une longue base rigide, peu favorable à la circulation dans les courbes. Enfin, on a même ajouté un essieu porteur en arrière des cinq essieux couplés du type *Decapod*.

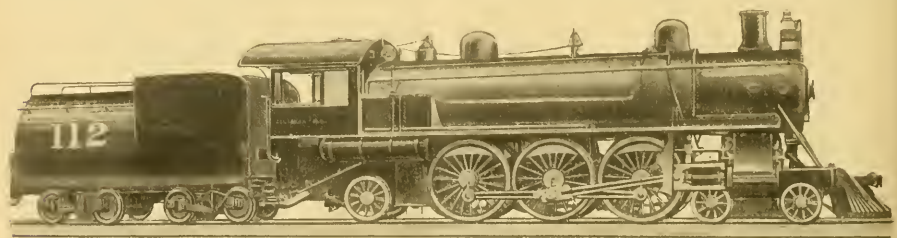


Fig. 6. — Locomotive Pacific. — Poids en service : 100 tonnes.

gement des roues est parfois réalisé sans qu'on en ait profité pour élargir la boîte à feu¹ ; l'addition du cinquième essieu permet alors d'augmenter le poids de la locomotive, sans dépasser les limites de charge admissibles par essieu.

Le type *Pacific* (fig. 6), plus récent, réalise la même disposition pour les locomotives à trois essieux couplés, avec un long corps cylindrique

A ces types principaux, dont les plus en faveur sont actuellement les types *Atlantic*, à dix roues, *Pacific* et *Consolidation*, s'en ajoutent d'autres, de moindre importance, qu'il est inutile de considérer dans une étude générale, notamment les locomotives de manœuvre et les locomotives-tenders² de

¹ Telle est la locomotive *Atlantic* du chemin de fer du Nord français, figurée p. 480 de l'article précité de la Revue.

² Les locomotives-tenders sont celles qui, portant leur provision d'eau et de combustible, n'ont pas le véhicule auxiliaire appelé tender. Au contraire, on appelle en anglais *tender-engine* la locomotive qui a un tender; celles qui n'en ont pas se nomment *tank-engines*, machines à soutes.

banlieue. Ces dernières sont moins employées qu'en Europe, par suite de l'énorme extension aux environs des villes des services de tramways électriques, souvent préférés aux trains de banlieue des chemins de fer.

Quelques nombres donneront une idée des dimensions des locomotives américaines de construction récente. Une *Atlantic*, construite pour l'*Erie Railway Co.*, pèse en service, c'est-à-dire avec l'eau dans la chaudière, le combustible sur la grille, 92 tonnes¹, dont 52 pour l'adhérence sous les quatre roues motrices. Une locomotive *Pacific*, de l'*Oregon Railroad and Navigation Co.*, atteint le poids de 105 tonnes, dont 65 pour l'adhérence des six roues motrices.

On a donné à certaines locomotives *Consolidation* le poids énorme de 113 tonnes, dont 102 pour

motive articulée du type *Mallet*, construite pour un service de renfort sur le chemin de fer *Baltimore and Ohio*, et pesant 152 tonnes, avec 6 essieux seulement. Cette locomotive a un tender séparé, qui atteint, complètement garni, 66 tonnes.

Le poids admis par essieu ne dépasse pas 18 tonnes en France, tandis qu'on trouve souvent en Amérique des charges de plus de 25 tonnes. Cependant, les voies américaines sont constituées comme les voies françaises; les rails ne sont pas plus lourds; on n'y a pas trouvé, plus qu'en France, le joint idéal permettant l'assemblage des rails consécutifs sans discontinuité, sans point faible; la seule particularité notable est qu'en général les traverses sont plus rapprochées en Amérique qu'en Europe. L'énorme différence des charges admises par essieu a beaucoup frappé les ingénieurs qui se

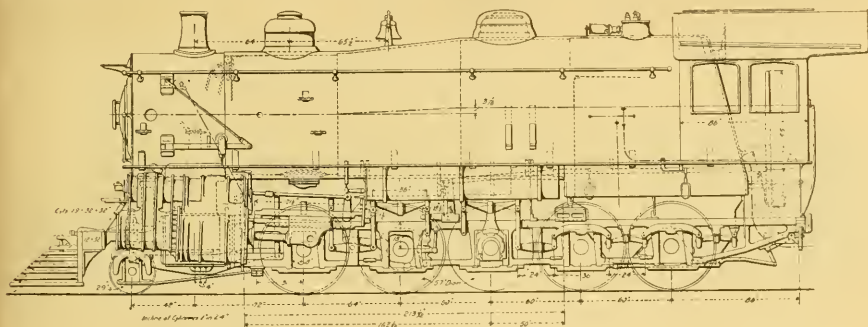


Fig. 7. — Locomotive Decapode de l'Atchafalaya and Topeka Railroad. — Poids en service : 121 tonnes, dont 108 pour l'adhérence (d'après la *Revue de Mécanique*, août 1902, p. 183).

l'adhérence, soit en moyenne plus de 25 par essieu. Les *Decapod* de l'*Atchafalaya and Santa Fe R. R.* pèsent 118 tonnes, et l'effort de traction peut atteindre 25 tonnes.

Il est intéressant de rapprocher de ces nombres les poids des plus fortes locomotives en service sur les chemins de fer français. Les *Atlantic* du chemin de fer de Paris à Orléans pèsent, en service, 73 tonnes, dont 36 pour l'adhérence. Les chemins de fer du Midi et de l'Est ont des locomotives type *Consolidation* du poids de 72 à 73 tonnes. Enfin, le chemin de fer du Nord vient de construire deux locomotives-tenders articulées, à 8 essieux, du poids, avec chargement d'eau complet, de 105 tonnes. De cette machine on peut rapprocher une loco-

motif rendus au Congrès international des Chemins de fer, tenu à Washington en 1903; la question est l'objet d'un examen sérieux, et il est probable que, dans un avenir prochain, les charges de 20 tonnes seront admises sur les grandes artères des réseaux français. Elles y suffiront d'ailleurs pour longtemps, car les locomotives géantes d'Amérique n'y pourraient guère être employées, ne fût-ce que parce que les wagons qu'elles sont destinées à traîner ne résisteraient pas à leur formidable effort de traction.

Les motifs qui poussent à augmenter constamment la puissance des locomotives sont, d'une part des nécessités de service, d'autre part la recherche de l'économie. Pour les trains de voyageurs, le poids des voitures, de plus en plus confortables et spacieuses, va sans cesse en augmentant¹; l'augmentation du nombre des voyageurs contribue éga-

¹ Ces poids sont donnés en tonnes métriques de 1.000 kilos. Ne pas confondre avec la petite tonne anglaise de 904 kilos, fort employée en Amérique, et avec la grosse tonne de 1016 kilos. De même, le gallon anglais vaut 1,543 litres, et le gallon américain 3,785 litres. Et il y a dans les deux pays quantité de personnes qui combattent l'adoption éventuelle du système métrique!

¹ Certaines voitures-salons et voitures-lits Pullmann, qui n'offrent pas plus de 20 à 30 places, pèsent jusqu'à 60 tonnes.

lement à l'accroissement du poids des trains. En outre, on demande des vitesses toujours plus grandes. C'est ainsi que la durée du trajet de New-York à Chicago a été réduite à dix-huit heures en 1903 pour un trajet de 1.454 kilomètres par le *Pennsylvania Railroad*, et de 1.352 par le *New York Central*. La nécessité de très fortes machines pour remorquer à une vitesse suffisante de grands trains express pesant jusqu'à 500 ou 600 tonnes est évidente⁴.

Pour le service des marchandises, c'est surtout la question d'économie qui pousse à l'emploi des fortes machines, sur les lignes à grand trafic. Les frais de traction, rapportés à la tonne transportée, diminuent quand le tonnage augmente. Cette économie provient d'abord de la réduction du nombre des agents, le personnel restant le même pour un train long que pour un train léger : le service de

anciennes machines se fasse avec moins de parcimonie qu'en Europe, il est naturel de chercher à les construire de telle sorte qu'elles ne risquent pas de devenir trop vite insuffisantes.

II. — DÉTAILS DE CONSTRUCTION.

En examinant les détails des locomotives américaines, on constate pour les chaudières l'emploi général de tôles en acier doux, aussi bien pour le foyer intérieur que pour toute la partie extérieure, tandis qu'en Europe les foyers sont presque toujours en cuivre. Le foyer en acier coûte moins que le foyer en cuivre ; il est plus léger, car l'épaisseur des feuilles de métal est moindre ; par contre, la durée en paraît un peu plus courte. Cette différence si tranchée dans la pratique des constructeurs, qui ne s'explique pas par des raisons bien

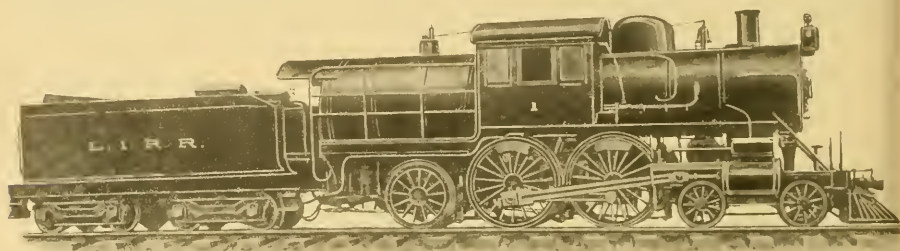


Fig. 8. — Locomotive à foyer Woodten, type Atlantic. — Surface de la grille : 7 mètres carrés.

la machine n'exige toujours que le mécanicien et le chauffeur, et il n'est pas nécessaire d'augmenter le nombre des serre-freins, par suite de l'emploi du frein continu à air comprimé. Quant aux dépenses de combustible et d'entretien des locomotives, elles augmentent en même temps que la puissance, mais moins vite.

La réduction du nombre des trains nécessaires pour un tonnage donné est, d'ailleurs, avantageuse pour l'exploitation, en diminuant l'encombrement des lignes. En particulier, sur les lignes à voie unique, très nombreuses aux Etats-Unis, cet avantage peut être sérieux, en reculant le moment où la construction d'une seconde voie devient indispensable.

En outre, on ne peut manquer d'être frappé du développement constant de la puissance demandée aux locomotives depuis l'origine des chemins de fer ; bien qu'aux Etats-Unis le remplacement des

probantes, semble indiquer que, tout compte fait, les deux systèmes doivent être à peu près équivalents en général, si bien que chacun préfère celui auquel il est depuis longtemps habitué.

Les *entretoises*, qui relient les faces parallèles du foyer et de la boîte à feu extérieure, sont en fer très ductile. La pression de la vapeur s'élève dans les chaudières récentes à 16 kilogs par centimètre carré, valeur également admise en Europe. Le diamètre du corps cylindrique atteint parfois 2 mètres. Les tubes à fumée qu'il renferme sont en fer. Les tubes à ailettes intérieures, fort usités en France, ne sont pas employés aux Etats-Unis : ils demandent un ramonage soigné et fréquent, qui n'est pas dans les habitudes américaines.

Le foyer Woodten, de très grande largeur, exige que le mécanicien soit installé dans une cabine placée vers le milieu de la chaudière (fig. 8). Une locomotive américaine, munie du foyer Woodten, a figuré à l'Exposition de 1878 à Paris, où elle a beaucoup intéressé les ingénieurs. On préfère aujourd'hui un type de foyer moins large, n'entraînant pas la séparation des deux agents de la machine.

⁴ En Europe, on constate de même l'augmentation constante de la vitesse et du poids des trains, qui toutefois ne dépasse guère actuellement, pour les express, 300 à 400 tonnes.

En Amérique, comme en Europe, l'emploi de grandes chaudières de locomotives, fonctionnant à très haute pression, n'est pas sans quelques inconvénients : les tôles sont sujettes à se criquer en certaines parties, par suite d'efforts excessifs, résultant surtout des dilatations du métal sous l'action de la chaleur ; ces criques exigent des réparations coûteuses, parfois après un service assez court. On n'est pas encore arrivé à un type de chaudière entièrement satisfaisant sous ce rapport. Les hautes pressions sont, d'ailleurs, indispensables pour donner à la locomotive une puissance suffisante.

Constamment à la recherche de ce qui peut augmenter la puissance, les constructeurs américains ont tout récemment adapté à quelques chau-

leur avantage est assez marqué ; reste à savoir, par la pratique, s'ils ne sont pas sujets à des avaries de route, résultant de la rupture des tubes fortement chauffés, avaries qu'il faut avant tout éviter sur les locomotives.

Le châssis des locomotives américaines comporte deux longerons en fer forgé ou, dans les constructions récentes, coulés en acier (fig. 9) et formés chacun de deux ou trois parties assemblées. Cette disposition diffère complètement de la pratique européenne, qui emploie des longerons découpés dans une feuille de tôle épaisse.

À l'avant de la locomotive se trouve le bogie ou petit chariot à deux essieux, qui guide la machine en se prêtant aux sinuosités et irrégularités de la

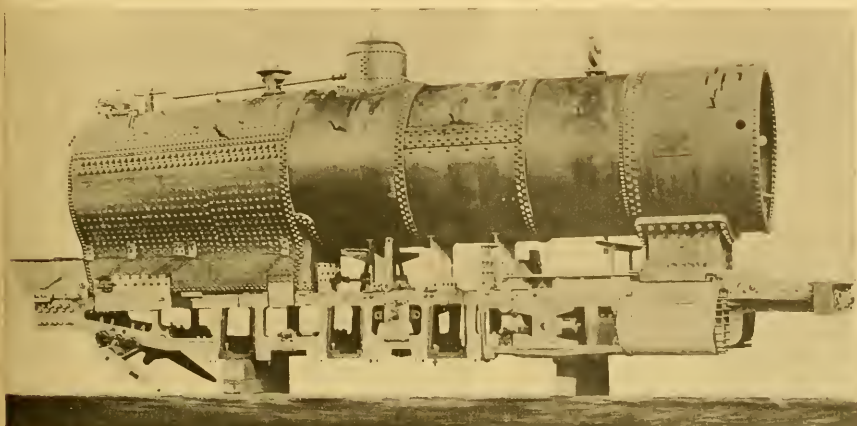


Fig. 9. — Locomotive Consolidation en cours de montage¹.

dières de locomotives des surchauffeurs de vapeur. Pour les machines fixes, la vapeur surchauffée permet une économie de combustible ; pour la locomotive, on cherche surtout, par l'emploi de vapeur surchauffée, comme par l'application du système compound, à obtenir plus de puissance pour une même dépense de combustible, toujours poussée au maximum. Pour réaliser la surchauffe, on donne à un certain nombre des tubes, qui vont du foyer à la boîte à fumée, un diamètre assez grand pour qu'on puisse y faire pénétrer, du côté de la boîte à fumée, d'autres tubes repliés en forme d'U : dans ces tubes repliés circule la vapeur sortant de la chaudière.

Ces surchauffeurs sont depuis quelque temps en usage en Allemagne, où en ont été faites les premières applications aux locomotives¹.

voie. À cet effet, non seulement le bogie peut tourner autour d'une cheville centrale, mais le centre de rotation est libre de se déplacer transversalement. Dès l'origine, les locomotives américaines ont été munies de bogies : en Europe, les applications en ont été longtemps limitées aux locomotives de certains chemins de fer secondaires. Dans l'esprit des ingénieurs européens, l'idée de bogie était attachée à celle de voies sommairement établies et peu entretenues, telles qu'elles existaient autrefois sur les railroads américains ; et, par une déduction assez naturelle, ils pensaient que bonne voie et bogie s'excluaient. Il était cependant plus logique de penser qu'une locomotive, capable de circuler sur une mauvaise voie, n'en

bien, en matière technique, il est facile de se tromper sur les attributions de priorité.

¹ Cette figure est extraite d'un travail publié par M. Oudet dans la *Revue de Mécanique*, en 1902.

¹ Au moins sur une échelle assez grande. On sait com-

roulerait que mieux sur une bonne, avec l'avantage de ne pas dérailler si, par hasard, la bonne voie vient à présenter un point défectueux. C'est ce qu'on a reconnu aujourd'hui en Europe, où l'on ne conçoit plus une locomotive à grande vitesse dépourvue de bogie.

Pour les locomotives à moyenne et petite vitesse, on peut se contenter d'un simple train mobile d'un seul essieu, au lieu du bogie à deux essieux; et c'est ce qu'on a fait dans les types *Moguel* et *Consolidation*.

Le mécanisme usuel des locomotives américaines comprend deux cylindres extérieurs, c'est-à-dire placés en dehors des longerons, avec distribution par coulisse de Stephenson. Ces mécanismes, fort simples et d'un entretien facile, sont depuis longtemps en usage; dans les constructions récentes, on a remplacé les tiroirs plans, qui distribuent la vapeur, par des tiroirs *cylindriques*, formés de deux pistons conjugués, qui causent une moindre perte de travail par frottement. On peut reprocher aux mécanismes usuels des locomotives américaines une certaine lourdeur des pièces mobiles, trop massives : soit par défaut d'étude, soit pour en simplifier l'exécution, on ne donne pas à ces pièces toute la légèreté désirable. Il en résulte, dans le mouvement de la locomotive, certaines perturbations, qu'on atténue par l'addition de contrepoids aux roues motrices; mais ces contrepoids exercent sur les rails, à grande vitesse, une fâcheuse action de martelage. Ce défaut devient d'autant plus sensible que les dimensions des machines sont plus grandes.

Une disposition, assez fréquemment employée il y a quelques années, de deux cylindres compound superposés commandant une bielle unique, exagère encore ce défaut. Aussi les constructeurs américains commencent-ils à imiter la disposition, qui a trouvé tant de faveur en Europe et spécialement en France, des locomotives compound à quatre cylindres, avec pistons équilibrés deux à deux. Deux des cylindres sont à l'extérieur des longerons; les deux autres sont intérieurs et exigent un essieu coudé, pièce qui, jusqu'ici, inspirait une grande méfiance aux Américains. Les deux pistons placés du même côté de la machine, l'un dans un cylindre extérieur, l'autre dans un cylindre intérieur, ont des mouvements contraires, par suite du calage diamétralement opposé des deux manivelles correspondantes, ce qui réduit beaucoup les perturbations dues à leur masse.

Cet emploi de quatre cylindres, au lieu de deux, complique dans une certaine mesure la locomotive; mais cette complication n'entraîne pas d'inconvénients réels, car les mécanismes moins fatigués s'usent peu et les avaries produisant des arrêts intempestifs deviennent plus rares.

Toutefois, pour réduire au minimum la complication, les Américains emploient un tiroir cylindrique unique pour distribuer la vapeur dans les deux cylindres correspondants à haute et à basse pression, tandis que l'expérience a indiqué, en Europe, l'avantage des tiroirs séparés, avec commandes indépendantes, la distribution de vapeur devant varier dans les cylindres à haute pression, tout en restant constante dans ceux à basse pression. Il est possible qu'avec le temps la même constatation soit faite aux États-Unis.

Jusqu'à présent les constructeurs européens s'étaient inspirés de la pratique américaine, plus que les Américains n'avaient cherché de modèles en Europe, en exceptant toutefois les premières de toutes les locomotives, qui ont été importées d'Angleterre en Amérique. Pour citer les points les plus saillants, les bogies, les grandes chaudières perchées très haut au-dessus des rails, ont été imités en Europe. Aujourd'hui, les constructeurs américains s'inspirent à leur tour des idées européennes.

Au point de vue de l'aspect extérieur, les locomotives américaines ont perdu le caractère tout spécial qu'elles avaient autrefois. On a renoncé aux enveloppes compliquées et ornées de peintures avec filets, dans le genre de celles qu'on voit encore sur certains appareils, tels que les machines à coudre, à écrire. Les formes sont devenues plus simples dans l'ensemble; si l'on fait abstraction de certains détails qui ne frappent guère que l'œil des spécialistes, les locomotives américaines ne diffèrent plus autant des locomotives européennes, si ce n'est par leurs dimensions souvent plus grandes. Le personnel est abrité dans une vaste cabine, mais les constructeurs européens soignent de plus en plus cette partie de la machine, autrefois complètement sacrifiée. Toutefois, comme organes spéciaux, la locomotive américaine porte encore la cloche sur sa chaudière et le chasse-bestiaux à l'avant.

III. — PRIX DE REVIENT ET FONCTIONNEMENT.

Une particularité remarquable des locomotives américaines, comparées aux locomotives européennes, est leur bas prix, qui en permet l'exportation dans le monde entier, et non seulement dans des contrées également éloignées des ateliers américains et européens, mais même, d'une manière exceptionnelle il est vrai, en France et en Angleterre.

Pour une certaine part, ce bas prix tient à l'emploi de matières moins coûteuses, notamment de la tôle d'acier au lieu de cuivre pour le foyer, de certaines pièces coulées en fonte qui remplaçaient le fer forgé ou le bronze.

Toutefois, pour la majeure partie de la machine, on ne peut dire que les matières premières soient, d'une manière générale, moins chères en Amérique qu'en Europe.

La main-d'œuvre, si l'on considère les salaires payés aux ouvriers, est notablement plus coûteuse aux États-Unis, les taux moyens de journée étant de une fois et demie à deux fois plus élevés. Mais cette comparaison ne peut donner qu'une idée faussée : ce qui importe, ce n'est pas le prix de la journée, c'est le prix du travail produit, dont la quantité paraît en général plus grande dans les ateliers américains. Cette production, plus rapide et par suite plus économique, peut tenir dans certains cas à l'emploi d'outillages perfectionnés, ou à l'activité plus grande des ouvriers ; elle tient aussi à la meilleure organisation du travail. La tâche de chaque homme est bien définie, et l'on cherche à ce qu'il n'exécute aucune opération étrangère au travail spécial qu'il doit faire. Ainsi un ouvrier tourneur doit constamment exécuter des travaux de tournage ; mais il n'a pas à imaginer et à exécuter les outillages spéciaux qui permettent de fixer sur le tour les diverses pièces à tourner ; il n'a pas à préparer et à affûter ses outils ; il n'a pas à transporter et à manœuvrer les pièces à tourner. Il n'en est pas de même dans beaucoup d'ateliers européens.

Il faut dire aussi que l'ouvrier américain paraît se prêter à cette productivité à outrance, et qu'il ne semble pas exister aux États-Unis d'action comparable à celle qu'on prête aux *Trade-unions* anglaises, accusées de limiter la production de la main d'œuvre ; peut-être cela tient-il d'ailleurs à ce que le patron américain limite moins le gain de ses ouvriers. Il est clair que, si l'on pose en principe que l'augmentation du salaire, résultant du travail à la tâche, ne doit pas normalement dépasser 30 ou 40 % du taux nominal de la journée, comme on le fait dans certains ateliers européens, en révisant les tarifs qui donnent des bénéfices supérieurs, l'ouvrier n'est nullement encouragé à forcer sa production, ce qui lui demanderait plus de peine sans qu'il soit assuré de gagner davantage.

Outre ces raisons générales, qui s'appliquent à toute l'industrie mécanique américaine, les locomotives sont, en général, plus simples aux États-Unis qu'en Europe ; on donne aux pièces les formes strictement nécessaires, sans se perdre dans des détails qui compliquent l'exécution, souvent sans avantage bien appréciable. Chaque pièce est traitée suivant son importance, et, pour certains organes, on ne craint pas une exécution un peu fruste. Par exemple, les locomotives sont munies de freins comme les autres véhicules. En Europe, les timoneries, qui commandent les sabots de frein des

locomotives, sont exécutées presque avec le même soin et le même fini que les pièces du mécanisme moteur. Sur la locomotive américaine, cette timonerie est construite de la façon la plus sommaire, avec des barres de fer brutes et des articulations très simples, aussi bien pour les locomotives que pour les wagons.

La locomotive européenne est construite avec le même fini que ces belles machines fixes qui fonctionnent dans de véritables salons ; la locomotive américaine est un instrument destiné à être placé entre des mains peu soigneuses et à ne recevoir que le minimum de soins d'entretien.

Comme en toute chose, il est difficile de se tenir au juste milieu ; les constructeurs américains vont peut-être un peu loin dans la simplification des détails, tandis qu'en Europe on dépense réellement beaucoup de travail inutile pour l'exécution de la locomotive.

De plus, les machines américaines sont généralement exécutées en séries nombreuses, et en employant pour les principaux organes et les accessoires des types uniformes : il existe des séries de pièces, chacune en quelques modèles de dimensions différentes, qui trouvent leur emploi sur presque toutes les locomotives d'un même constructeur. Cette méthode permet une fabrication économique, à l'aide d'outillages spéciaux, qu'il serait trop dispendieux de construire lorsqu'on n'a pas un grand nombre de pièces pareilles à fabriquer.

En service, la consommation de charbon des locomotives américaines est généralement très grande. Cette forte consommation tient d'abord à ce qu'on demande souvent à ces locomotives de travailler à la limite de leur puissance : il s'agit avant tout de tirer les plus grandes charges possibles, sans s'occuper des dépenses de combustible ; surtout avec des houilles à bas prix, il est possible que cette méthode abaisse au minimum le prix de revient des transports.

En outre, les chauffeurs américains n'apportent pas le même soin à la conduite du feu que leurs collègues européens. Notamment en France, on sait que l'économie de combustible se traduit pour le personnel, par des primes qui augmentent très notablement les salaires.

Les nécessités du service, ou d'autres causes, ont souvent empêché de donner aux locomotives américaines tous les soins d'entretien nécessaires. Le rapide développement du trafic a poussé à l'utilisation à outrance des locomotives existantes, qu'on n'arrête pas assez fréquemment pour le lavage des chaudières et pour les menues réparations. De plus, pour augmenter le parcours des locomotives, on a beaucoup employé le système

des équipes banales, on l'on change sans cesse le personnel d'une machine pour la laisser presque constamment en service, au lieu de l'attribuer à une seule équipe qui en est responsable, ce qui oblige à arrêter la machine pour le repos des agents qui la conduisent.

Les ressources des dépôts et des ateliers de réparations sont généralement assez restreintes en Amérique : l'entretien défectueux des locomotives se traduit non seulement par une usure rapide, mais aussi par une exagération de la consommation de combustible.

La construction des locomotives mêmes a pu aussi se ressentir de la hâte avec laquelle il fallait le plus souvent les livrer. En particulier, on a récemment construit de nouveaux types très puissants, sans avoir eu le temps d'en étudier suffisamment tous les détails, en profitant de l'expérience acquise sur les premiers exemplaires mis en marche.

On ne voit pas, d'ailleurs, de raison pour qu'en principe la locomotive américaine, traînant les mêmes charges, et conduite avec le même soin, consomme plus de vapeur qu'une locomotive européenne équivalente, dont les cylindres ont mêmes proportions, et sont alimentés par une chaudière de même surface de chauffe. D'ailleurs, la locomotive américaine aura souvent une chaudière plus grande pour les mêmes cylindres, ce

qui est favorable à la production économique de la vapeur.

Si, dans ces conditions, on constate une consommation plus forte de la locomotive américaine, cela ne peut tenir qu'à des causes accessoires auxquelles on pourrait, en principe, porter remède, soit à une disposition vicieuse de la tuyère d'échappement qui produit le tirage, soit à un mauvais réglage de la distribution de vapeur dans le cylindre, soit à des fuites de vapeur qu'on doit aveugler.

IV. — CONCLUSIONS.

En résumé, la locomotive américaine est un engin très remarquable par sa puissance, par le bas prix auquel ses constructeurs le livrent ; si certaines de ses dispositions sont loin d'être parfaites et devraient être améliorées, les constructeurs européens peuvent encore y trouver beaucoup de détails à imiter. D'autre part, on a vu qu'en Amérique on s'écartait des dispositions classiques, pendant longtemps considérées comme immuables, pour adopter des systèmes compound à quatre cylindres qui ont donné d'excellents résultats en Europe. Cet heureux échange de vues amènera de part et d'autre des progrès sérieux.

Ed. Sauvage,

Ingenieur en chef des Mines,
Ingénieur en chef conseil de la C^{te} de l'Ouest.

ESSAI SUR LA PSYCHOLOGIE DE L'EUROPÉEN AUX PAYS CHAUDS

DEUXIÈME PARTIE : FACTEURS INDIVIDUELS

Dans un premier article¹, j'ai envisagé l'influence des facteurs généraux (milieu physique, milieu humain) sur la psychologie de l'Européen aux pays chauds ; c'est la partie de ce travail qui est de beaucoup la plus importante : car les questions qu'elle traite intéressent tous les hommes indistinctement, quoique à des degrés divers. Celle que j'aborde maintenant, et qui se rapporte aux facteurs individuels, sera courte à cause de la nature même du sujet ; non pas que le sujet soit trop restreint, mais, au contraire, parce qu'il est trop vaste, que son développement complet me ferait sortir des limites de la question et nuirait à sa clarté. Autant d'hommes, autant de psychologies différentes : c'est un détail dont l'analyse est réservée au roman et à la biographie. La philosophie ne peut l'essayer que pour les grandes catégories sociales ou les

manifestations d'ensemble de l'activité humaine. On a pu, sous cette forme, entreprendre l'étude des nationalités, des classes sociales, de certaines particularités de la vie des peuples. Nous allons retrouver la plupart de ces faits, mais ramenés à leur généralité et appropriés au point de vue qui nous intéresse.

I. — NATURE DES FACTEURS INDIVIDUELS.

La conception de l'âme humaine, celle, du moins, que l'on considère actuellement comme exacte jusqu'à nouvel ordre, la présente comme formée d'un très grand nombre de couches superposées. Que l'avenir consacre ou infirme cette théorie, peu importe ; il en laissera toujours assez pour ne pas mettre en défaut — je l'espère du moins — l'argumentation qui va suivre. Au pis aller, on pourrait simplement la considérer comme une simple image

¹ Voir la *Revue* du 30 avril 1906, t. XXII, p. 362.

concordante avec les faits. La succession de ces couches forme un ensemble presque continu, montant du général au particulier, du simple au complexe. Toutes les tranches qu'on pourrait découper, arbitrairement ou par un procédé naturel, dans cette longue série, constituent autant de personnalités distinctes, susceptibles de se combiner entre elles de diverses manières. Depuis le principe de la vie, chaque couche se stratifie lentement aux autres dans les parties les plus cachées de l'âme, soit par acquisition héréditaire, soit par le patient travail de l'éducation et de l'expérience, comme le limon et le sable au fond de la mer. Or, ainsi que pour les sédiments géologiques, on peut dire que la couche est d'autant plus compacte et plus dure qu'elle est plus profonde. Vers le bas, la matière est indestructible comme le roc; à la surface, c'est le sable et la terre meuble. Les premières, cachées à la conscience, sont d'une stabilité qui défie tout effort pour les vaincre; les plus élevées, accessibles à la conscience, sont assez faciles à transformer et même à détruire. Toutefois, la répétition pendant des années des concepts et des actes, que ces couches élevées représentent, tend à les graver de plus en plus profondément, les transforme en habitudes, enfin les organise¹ dans l'individu; leur répétition durant des séries de générations les organise de même dans la race et les fait passer à l'état d'instincts et d'aptitudes héréditaires.

Ces concepts, aptitudes, instincts, considérés dans l'objet auquel ils s'appliquent et rangés selon les âges de la vie ou les âges du monde, croissent en étendue du particulier au général. Dans leur état le plus rudimentaire, sous leur forme organique, on pourrait les considérer comme limités à la fonction cellulaire. Puis ils s'étendent à l'organe, puis à un système de fonctions, puis à l'individu tout entier. Ils dépassent ensuite l'individu et constituent des personnalités complexes, superposées et confondues sur leurs limites : de famille, de race, de nationalité, d'éducation, d'instruction, de profession, de caste, de degré hiérarchique. L'humanité entière, chaque race, chaque nation, chaque province, chaque corps social, chaque individu, rassemblent, à des degrés de condensation et de complexité variables, un nombre plus ou moins grand de ces états progressifs. La limite supérieure, indéfinie d'ailleurs et flottante, marquerait l'échelon occupé par l'organisme simple ou composé dans la gradation des êtres.

Certains agents moraux et même physiques

arrivent à dissocier les composants d'une personnalité complexe. Depuis plus de trente ans, la Psychologie expérimentale l'a réalisé dans le domaine de l'hypnotisme. Mais, en dehors de ces cas, qui ressortent plutôt à la Pathologie, l'assemblage psychique est susceptible de se désagréger ou, si l'on préfère, de laisser la prédominance ou même la domination exclusive à certains de ses groupements intimes; le fond solide et bien organisé reste seul immuable, et quelquefois, dans le désarroi des parties supérieures de la conscience, montre son assise puissante et inébranlable. Les passions, la contagion de l'exemple, le danger, l'entraînement guerrier, et bien d'autres circonstances, peuvent exalter les sentiments de personnalité collective aux dépens de la personnalité égoïste, ou inversement. Tel, sous l'influence de températures variables, un mélange de substances volatiles voit ses composants s'évaporer ou se condenser l'un après l'autre.

Or, dans le cas spécial des pays nouveaux, les trois principaux facteurs généraux, dont j'ai parlé précédemment, peuvent, avec l'aide de circonstances locales, produire une dissociation analogue. Je ne dissimule pas que, sous le point de vue où je me place maintenant, le processus psychologique ne diffère pas sensiblement de celui que j'ai déjà étudié à propos des facteurs généraux. Mais il était nécessaire de le montrer faisant jaillir de la personnalité globale des groupes, combinés diversement, ses éléments constitutifs, c'est-à-dire ces véritables personnalités distinctes, qui font qu'un officier est souvent un tout autre homme au quartier et dans sa famille, ou bien un employé derrière son guichet et dans un cercle d'amis.

L'isolement et l'entraînement réciproque agissent simplement ici comme causes banales; ils n'ont rien de spécifique; beaucoup de circonstances, sous d'autres climats, exercent une influence analogue. Dans l'ordinaire état de société, le commerce incessant des hommes entre eux développe en leur âme des personnalités de plus en plus collectives. Vienne l'isolement. L'homme, soustrait aux suggestions étrangères et réduit à la contemplation de soi-même, sent se désagréger en ordre croissant les notions les plus récentes, les plus élevées et, par suite, les plus fragiles, celles qui n'ont pas encore eu le temps de s'organiser solidement. Bien plus, l'exercice à peu près exclusif de la même case mentale, d'une part, et, de l'autre, lorsque l'individu est isolé avec un très petit groupe de même origine ou de même catégorie sociale que lui, la suggestion, la répercussion réciproques, l'échauffement des imaginations dans un cercle trop restreint, travaillent encore à renforcer le particularisme des préoccupations, des idées et des actes.

¹ J'emploie ce terme, qu'on a déjà trouvé précédemment, non pour préjuger en quoi que ce soit de la façon dont les notions passent du conscient dans le subconscient, mais parce qu'il me paraît ici représenter sous une forme plus intuitive leur fusion au sein de la personnalité.

Mais, ici encore, c'est le troisième facteur qui joue de beaucoup le rôle le plus important. On se souvient qu'il consiste en l'absence du réseau d'intérêts adverses ou indifférents dont chaque homme est entouré de la part de ses semblables, et que j'ai désigné plus haut sous le nom de frein social. De même qu'à la personnalité totale de l'individu, l'indépendance plus ou moins complète, en contrées barbares ou sauvages, ouvre un large champ d'exercice aux personnalités spécialisées de nationalité, de caste, d'instruction, d'association, etc.

Les grands peuples colonisateurs se sont réciproquement jeté à la tête les plus véhémentes accusations de barbarie dans leurs procédés à l'égard des indigènes. Aucun, en réalité, n'aurait le droit de lapider la femme adultère. L'homme moyen n'est pas si dissemblable en divers lieux qu'il n'ait également à reprendre partout. Les différences ne sont guère qu'une affaire de brutalité ou d'élégance, d'idéologie ou de positivisme. L'Anglo-Saxon et le Hollandais ont massacrés systématiquement par esprit d'acquisivité; le Français et l'Allemand, formés par des hostilités séculaires, ont opéré avec tout l'apparat des expéditions militaires méthodiquement organisées; l'Espagnol et le Portugais exterminèrent par prosélytisme religieux; le Belge concilie à la fois son entente des affaires et le besoin d'épancher des capacités guerrières qui ne sauraient trouver leur emploi en Europe. Partout aussi se sont rencontrés des esprits généreux, quelquefois utopistes, qui ont protesté contre les excès et la rudesse du contact entre conquérants et conquis, surtout chez les voisins. — En réalité, chaque peuple a apporté, dans l'administration et le développement de ses possessions, les qualités et les défauts qu'on peut attribuer à l'administration et au développement de sa métropole. Vouloir en discuter ici, ce serait remettre encore une fois sur le métier une étude abondamment traitée déjà par d'autres, et fort habilement; de plus, ce serait sortir, je crois, des limites de mon sujet actuel.

Au-dessous de la nationalité, chaque individu renferme, je l'ai déjà dit, des groupements d'autres concepts, dont les combinaisons forment une ou même plusieurs personnalités moins vastes et qui se rapportent aux grandes catégories sociales, castes ou professions. L'orientation vers une catégorie donnée a pour causes déterminantes l'origine sociale, l'éducation première, l'entourage, le choix d'une carrière, la vocation; mais elle a pour instruments essentiels la tradition et l'éducation spéciale. Celle-ci, sous quelque forme qu'on la comprenne, est indispensable pour donner aux grands organismes la cohésion, sans laquelle leur durée serait absolument éphémère. Elle est basée sur la vie et

l'exercice en commun, ainsi que sur une discipline sévère, respectueuse de la tradition et répudiant impitoyablement toute idée subversive. La tradition assure la continuité de direction et, par le miroitement prestigieux du passé, inspire une sorte de vénération mystique. On reconnaît là, dans le domaine des faits sociaux, un processus de différenciation analogue à celui que, dans un organisme vivant, la cellule embryonnaire éprouve pour entrer dans la composition d'un organe. Comme toute cellule quelconque, celle-ci déroule les phénomènes généraux de la vie cellulaire; mais des particularités caractéristiques de sa fonction spéciale la mettent nettement à part des autres, et, à l'occasion, des circonstances accidentelles peuvent lui faire reprendre ses propriétés originales. — Un fait commun prouve bien cette différenciation dans les grandes catégories sociales et la constitution d'une personnalité secondaire correspondante: c'est que, en dehors de celles de ces catégories qui, comme l'Eglise catholique, sont soumises à une organisation internationale, les autres reconnaissent entre elles, de nation à nation, leurs points communs de rapprochement, comme une sorte de fraternité dans les principes, les goûts, la conduite, l'habitus extérieur. On pourrait dire que ce sont comme des substances différentes fondues dans un moule unique et auxquelles leur figure uniforme permet de s'engrener entre elles exactement. — Mais je me hâte de rattacher cet exposé succinct au sujet qui nous intéresse.

A l'état de société, ces grandes catégories sont, tout comme les personnalités individuelles, obligées de composer entre elles et d'user de concessions réciproques. La réaction de l'une à l'autre les maintient ou tend à les maintenir dans les limites de leurs fonctions et de leur utilité sociales. Lorsque, pour une cause quelconque, la stabilité, la discipline sociales ne sont pas fermement assises dans un Etat, il se forme entre les grands groupements des oscillations d'amplitude croissante, qui peuvent devenir dangereuses et compromettre la paix intérieure. Un des principaux dissolvants de la discipline sociale, dont je viens de parler, est certainement dans l'erreur de la plupart des hommes, de perdre de vue le but final en faveur de l'instrument et de l'accessoire, de méconnaître, pour un avantage individuel et passager, la solidarité qui lie leur propre bonheur à celui de la communauté tout entière. Ils l'oublient encore bien mieux dans les pays nouveaux, où aucune influence, soit contraire, soit seulement indifférente, ne vient les distraire de leurs préoccupations spéciales ou plutôt spécialisées. Chaque caste, chaque catégorie sociale, chaque profession a la tendance instinctive d'appliquer les principes dont elle a été nourrie, et

de tout estimer au point de vue exclusif auquel la place sa mentalité, façonnée par une longue éducation.

Dans cet ordre d'idées et sous sa forme la plus simple, voyez déjà l'influence considérable qu'ont exercée les lectures de la jeunesse! Combien ont rêvé d'imiter un jour les héros extraordinaires des livres dorés! Combien, imprégnés d'exploits prodigieux, à l'âge où l'on assimile si aisément, n'ont pu, une fois en présence de la réalité prosaïque, chasser l'inconsciente obsession de Vendredis grotesques avec un anneau dans le nez, d'affrenx « sauvages » mangeant leurs victimes toutes crues, de luttas fantastiques du crocodile et du serpent! Soyez persuadés que, chez beaucoup d'hommes, même de ceux qui se croient esprits forts, ce palimpseste des premiers âges de la vie ressuscite ses caractères presque effacés et fausse le jugement de l'homme mûr.

Nous admirons là la puissance des concepts acquis spontanément et comme bus avec plaisir. La tradition et la discipline particulières aux milieux où s'élabore l'éducation des grandes catégories sociales ont une puissance plus grande encore; car elles sont renforcées par des sentiments divers: l'orgueil, l'intérêt, l'utilité de l'association en vue de la lutte pour la vie. — Ici, deux considérations entrent en jeu.

Remarquons d'abord que les données, d'après lesquelles sont façonnées les personnalités de caste ou de profession, appartiennent, aux zones tempérées, à un milieu policé. Expatriez-en les produits: il y aura disconvenance entre eux et les êtres physiques et humains de leur nouvel habitat. Les principes acquis de longue main, et profondément gravés par les méthodes d'éducation rigide et absolue, éprouveront une résistance considérable à s'adapter brusquement à des conditions très dissemblables de leur berceau d'origine. On voit là, pour les personnalités collectives, une source de conflits identique à celle que j'ai déjà signalée pour les personnalités individuelles.

Un nouveau point de similitude entre ces deux modes de la personnalité globale réside dans l'analogie d'action de ce facteur important, le relâchement du frein social, que nous retrouvons encore une fois et qui domine toute la psychologie de l'Européen en lointains pays. Voyant se desserrer ses entraves imposées aux ambitions de son savoir et de son pouvoir, enfermé par l'éducation et la discipline professionnelles dans un cercle restreint d'idées et d'objets, qui ne tentera d'appliquer toute que coûte des théories, dont la vérité et l'efficacité lui paraissent indiscutables à l'exclusion de toute autre? Les esprits judicieux par nature ou qu'une heureuse fortune a quelquefois frottés à des

groupes hétérodoxes, échappent difficilement, même en présence d'incompatibilités, à ce mirage du dogme professionnel, qui concentre le regard et l'aveugle.

Le militaire éprouve un penchant instinctif à utiliser la force, qu'il a dressée et dont il dispose; il porte hors de son service la rigidité et l'absolutisme qui y sont indispensables, mais qui sont en complet désaccord avec la nature flottante et indécise des choses communes. Son manque de souplesse foment parfois l'irritation et donne matière à la satisfaction de ses secrets désirs. — Le civil, d'ailleurs, jaloux du prestige des armes, renchérit souvent en matière d'ardeur guerrière et brûle de se couvrir de gloire. Simple affaire d'amour-propre un peu ridicule. — Quel missionnaire n'a rêvé un timide essai de théocratie et n'a, au moins clandestinement, revendiqué pour son caractère sacré le monopole de l'autorité? — Et ce fonctionnaire modèle, nourri de subtilités administratives, n'entendra-t-il pas à tout ses conceptions méthodiques et formalistes? Et ainsi des autres, chacun suivant les aptitudes propres à sa caste ou profession.

Il pourrait arriver que ces éléments disparates, hors d'un Etat bien organisé, vinssent à se déchirer entre eux. Cet accident n'est pas très rare dans les possessions lointaines. Un Etat est assuré contre de telles erreurs quand le caractère national, fortement organisé, sait suppléer au frein social par une discipline, qui est à la personnalité collective ce que le frein intime est à la personnalité individuelle. Cette discipline a son principe dans cette conception intelligente et fondamentale: que chaque individu dans un corps social, chaque corps social dans l'Etat n'est, par une application naturelle et spontanée de la division du travail, que la partie d'un tout: que les parties ne sauraient subsister sans l'intégrité du tout, ni réciproquement le tout sans la conservation des parties; que ce tout, enfin, résultante et intégration des traditions, des intérêts, des instincts, des sentiments de millions d'individus, n'est autre que ce qu'on appelle communément la patrie.

II. — CONCLUSION.

Je ne crois pas pouvoir mieux conclure qu'en résumant brièvement les principales déductions pratiques qu'on en peut tirer.

Posons le problème: Coloniser honnêtement. Et définissons ces deux mots. — Qui dit « colonisation » dit « intérêts conjoints de la métropole et de la colonie »; — qui dit « honnêteté » dit « conformité des actes avec les principes courants de la morale universelle ». On oppose communément à tort l'intérêt et la morale. Envisagée pratiquement,

celle-ci n'est qu'un tableau des concessions que les hommes se doivent entre eux, pour ménager le mieux possible leurs intérêts individuels; autrement dit, chacun sacrifie une partie de ses intérêts pour sauver le reste. Ainsi, coloniser honnêtement revient simplement à faire de la colonisation sage et profitable pour tous, Européens et indigènes. Cela exclut l'existence de deux morales, l'une à l'usage des Européens, l'autre à l'usage des indigènes.

Quel que soit le niveau mental de ceux-ci, que cette mentalité les réduise vis-à-vis de nous au rôle du mineur légal, ou qu'elle leur assure d'avance l'émancipation, dans les deux cas (au moins pour les contrées intertropicales), nous ne pouvons nous passer de leur collaboration, attendu que le climat nous interdit d'une façon presque absolue le travail physique. Notre intérêt bien entendu est donc de les ménager. Souvenons-nous — on ne saurait trop le redire — que l'espèce humaine, si résistante et si maniable aux agents lents, est éminemment destructible par les agents brusques, de quelque nature qu'ils soient d'ailleurs, moraux ou physiques. Vous passez sans danger par variations lentes d'une forte chaleur à un froid rigoureux; la même impression, subie sans transition, vous frappera d'une maladie mortelle. Une population progresse spontanément par une éducation séculaire; l'instruction intensive détraque l'individu et fait dévier la masse intellectuellement et moralement. De même, l'indigène modifiera ses mœurs de son propre mouvement, au fur et à mesure que se formera lentement autour de lui un milieu social différent de son milieu primitif; la contrainte brusque le détruira de deux manières: d'abord par la mort violente, qui est le procédé le plus grossier et le plus évident; ensuite, parce qu'elle apportera un bouleversement complet dans ses conditions d'existence et que, de plus, elle le tiendra, en quelque sorte, au ban de notre société: ce dernier

point est incontestable, tant que dure la période d'hostilités; mais, alors même qu'elle est terminée, le ressentiment, un éloignement instinctif tiennent l'indigène à distance de nous. Donc je suis pour la contrainte lente et continue par les voies de l'économie sociale.

Vis-à-vis de quelques-uns je suis tenté de m'excuser. En effet, je me suis placé au seul point de vue de la morale utilitaire. Les spéculations philosophiques touchent peu l'immense majorité des hommes. Si je pouvais croire que ce qui précède soit lu par un grand nombre d'entre eux, je n'espérerais pas que mes raisonnements les convainquissent le moins du monde, si empreints qu'ils soient de sens pratique. Car on retrouve encore ici la lutte de l'intérêt individuel et de l'intérêt commun. Causer la perte de l'indigène, c'est, il est vrai, détruire une partie essentielle du capital colonial et, par conséquent, en compromettre les revenus futurs. Mais, pour comprendre ce fait dans toute l'étendue de ses conséquences, il faut voir au delà du petit profit momentané et personnel; il faut faire parfois quelques légères concessions d'amour-propre; il faut comprendre que l'homme, quelle que soit sa couleur, se plie spontanément à tout ce qui sollicite ses instincts, ses aptitudes, ses goûts, ses intérêts, mais, au contraire, qu'il regimbe, se bute et succombe, lorsque ces instincts, aptitudes, goûts, intérêts, qui sont fonctions de son existence même, viennent à être violemment contrariés. Si j'ai peu de chances de rendre évidente au plus grand nombre une démonstration qui relève de l'absurde, n'aurait-il pas été plus stérile encore d'aborder le problème par son côté abstrait?

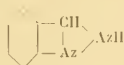
Au demeurant, tout se ramène à choisir entre des procédés conciliant la prévoyance avec l'humanité, et la méthode de Panurge.

D^r Ad. Cureau.

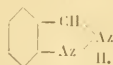
Administrateur en chef des Colonies.

LA FORMATION DE DÉRIVÉS INDAZOLIQUES AU MOYEN D'AMINES AROMATIQUES ORTHOMÉTHYLÉES

L'indazol

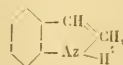


et l'isindazol



(ou, plus exactement, les dérivés substitués dans

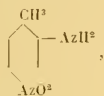
le groupe AzH de ce dernier) ont été découverts et étudiés d'une manière approfondie par M. Émile Fischer et ses élèves. Ils ont reçu ces noms parce qu'on peut les considérer comme des indols, dans lesquels un groupe CH est remplacé par un azote trivalent. L'indol étant



c'est l'isindazol qui montre avec lui la plus grande analogie de constitution, et c'est à lui qu'on aurait dû donner le nom d'indazol et non à son isomère. Mais la nomenclature est maintenant une fois établie et, pour éviter des confusions, il serait inopportun de la changer.

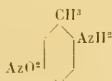
On connaît de nombreux modes de formation des dérivés indazoliques et isindazoliques, mais cela m'entraînerait trop loin de les résumer ici, même brièvement; je me propose aujourd'hui de traiter d'une manière approfondie un seul de ces modes de formation, qui est très général et qui a donné naissance à un nombre de dérivés très considérable.

MM. Witt, Noelling et Grandmougin¹ ont montré, dans deux Mémoires publiés en 1890 et 1892, que le dérivé diazoïque de la nitro-orthotoluidine, fusible à 107° :

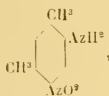


fournit par ébullition avec l'eau, à côté du nitro-crésol correspondant, un autre corps qu'ils reconnurent comme un dérivé nitré de l'indazol. Ils ont soumis ce corps à une étude approfondie, et en ont préparé un certain nombre de dérivés.

Ils ont observé, d'autre part, que la nitro-orthotoluidine fondant à 128° :



et la nitroxyldine fusible à 125° :



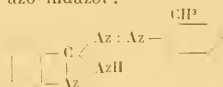
ainsi que l'orthotoluidine elle-même, ne donnent, dans les mêmes conditions, que les phénols correspondants.

J'ai repris plus tard l'étude de cette réaction, et j'ai étudié la décomposition d'un grand nombre de dérivés diazoïques d'amines orthométhylées, en opérant non seulement (ainsi que nous l'avions fait primitivement) en solution d'acide minéral, mais aussi en solution neutre, ainsi qu'en solution acétique diluée ou concentrée². Les résultats sont, suivant les conditions dans lesquelles on se place,

extrêmement variables. En opérant d'une certaine manière, on n'obtient souvent pas trace d'indazols, tandis qu'en opérant différemment les rendements sont excellents. Je n'ai pas examiné moins de 22 dérivés nitrés d'amines orthométhylées, et dans tous les cas, sans exception, j'ai réussi à déterminer les conditions dans lesquelles ils se transforment en indazols avec des rendements presque théoriques ou tout au moins satisfaisants. Le brome (et il en sera sans doute de même des autres halogènes) rend les diazoïques des amines orthométhylées également aptes à fermer la chaîne indazolique, mais à un degré bien moindre que le groupe nitro.

L'orthotoluidine elle-même ne fournit d'indazol qu'en solution neutre, et encore avec un rendement bien faible, ne dépassant pas 3 %; elle n'en a donné ni en solution d'acide minéral, ni en solution acétique concentrée ou diluée.

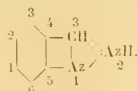
M. Bamberger³, d'autre part, a fait l'observation fort intéressante que l'orthotoluidine et ses homologues donnent en solution *fortement alcaline*, à côté de peu d'indazol, avec un rendement excellent, des corps nouveaux, qu'il a reconnus comme combinaisons du diazoïque mis en œuvre avec l'indazol correspondant. Ainsi l'orthotoluidine lui a fourni l'ortho-tolyl-azo-indazol :



et la mésidine l'homologue supérieur.

La description des indazols bromés et bromo-nitrés fera l'objet d'un Mémoire ultérieur; pour aujourd'hui, je me bornerai à l'étude des dérivés nitrés. Dans ces recherches de longue haleine, j'ai été secondé par mes élèves, MM. Lorber, Gurwitsch, et tout particulièrement par MM. Jelesberger, Braun et Holzach. M. Holzach a enfin répété et contrôlé un grand nombre des essais antérieurs et a pris une part active au classement et à la rédaction des résultats.

Pour ce qui concerne la nomenclature des dérivés indazoliques, je me suis rallié aux propositions de M. Bamberger. Ce savant distingue les atomes d'hydrogène par les préfixes B et Jz, suivant qu'ils appartiennent au noyau benzénique ou au noyau azoté, et les désigne par des chiffres dans l'ordre indiqué par le symbole ci-dessous :



¹ WITT, NOELTING et GRANDMOUGIN : *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. XXII, 3635 (1890), et t. XXV, 3149 (1892).

² Entre temps, MM. Gabriel et Stelzner ont étudié, indépendamment de nous, l'indazol de l'o-nitro-as-métaxyline et un grand nombre de ses dérivés. *Berichte*, t. XXIX, p. 306 (1896).

³ BAMBERGER : *Liebigs Annalen der Chemie*, t. XXXV, p. 289 (1899).

I. — GÉNÉRALITÉS.

Ainsi que je l'ai déjà mentionné plus haut, il n'est nullement indifférent d'opérer la décomposition d'un diazoïque dans telle ou telle autre condition : en solution neutre ou acide, en présence d'un acide minéral ou d'acide acétique. Les résultats sont également différents si l'on travaille à chaud ou si l'on laisse la solution neutre ou acétique se décomposer à la température ordinaire. Si l'on opère à l'ébullition, la concentration de l'acide a aussi son influence, plus particulièrement dans le cas de l'acide acétique, et enfin la manière de chauffer peut faire varier encore les rendements. Si, pour donner dès à présent un exemple, on chauffe le diazoïque de la *p*-nitro-*p*-xylydine en solution sulfurique ou chlorhydrique diluée, on obtient quantitativement le nitroxylnol, tandis qu'en solution neutre il se forme à peu près 4 % d'indazol. Si l'on chauffe en solution aqueuse contenant environ 4 % d'acide acétique, le rendement reste le même; en solution acétique à environ 68 %, il se forme 27 %, et, en solution d'acide acétique cristallisable, jusqu'à 60 % d'indazol. Le rendement monte, enfin, à 80 % en abandonnant la solution dans l'acide acétique glacial à elle-même à la température ordinaire. A côté de l'indazol, il se forme toujours, sauf dans le cas de la solution dans l'acide minéral, un corps brun-rouge qui n'a pas été étudié plus à fond.

La position du groupe nitro a également une importance fondamentale, ce qui ressort, par exemple, très nettement de la comparaison des rendements en indazol que donnent les quatre dérivés nitrés de l'orthotoluidine.

En solution d'acide minéral, ils varient de 0 à 80 %, en solution acétique diluée de 40 à 80 %, et en solution dans l'acétique glacial de 60 à 95 %, ainsi que cela se trouve indiqué dans le tableau synoptique publié plus loin (p. 418 et 419).

J'ai étudié, avec les collaborateurs cités plus haut, une grande série d'amines nitrées de constitution variée et cette étude a permis d'établir des régularités remarquables.

Les vingt-deux amines examinées peuvent être divisées en sept groupes suivant les substances-mères dont elles dérivent :

- 4^{er} Groupe. Orthotoluidine : 4 dérivés mononitrés.
- 2^e — Vic-Orthoxylydine : 3 dérivés mononitrés.
- 3^e — Vic-Métaxylydine : 1 mono et 1 dinitré.
- 4^e — As-Métaxylydine : 3 mono et 1 dinitré.
- 3^e — Paraxylydine : 3 mono et 1 dinitré.
- 6^e — Méridine : 1 mono et 1 dinitré.
- 7^e — Pseudocumidine : 2 mono et 1 dinitré.

Les amines mononitrées montrent des particularités intéressantes, suivant que le groupe nitro se trouve en ortho, méta ou para vis-à-vis du groupe

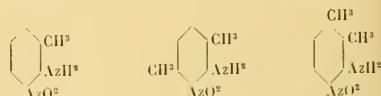
amido, et les amines dinitrées ont également leurs réactions caractéristiques.

II. — RÉACTIONS DES DIVERSES SÉRIES D'AMINES.

§ 1. — Ortho-nitro-amines.

Les dérivés diazoïques de ces amines, chauffés en solution d'acide minéral, donnent des indazols en quantité prédominante; les rendements varient entre 80 et 100 %. Dans le cas des homologues de l'orthotoluidine, un groupe méthyle en ortho vis-à-vis de celui qui forme la chaîne indazolique a une influence favorable sur le rendement en indazol, tandis que, s'il se trouve en para vis-à-vis du groupe diazoïque, l'influence est défavorable; s'il est en méta vis-à-vis de ce groupe, l'influence est peu marquée, mais plutôt désavantageuse.

Ainsi l'on obtient avec l'*o*-nitro-*o*-toluidine, l'*o*-nitro-*p*-xylydine et l'*o*-nitro-*vic-o*-xylydine :



de bons rendements en indazols (80, 75 et 100 %), tandis que l'*o*-nitro-*as-m*-xylydine et l'*o*-nitro-pseudocumidine :



n'en fournissent que 40 et 20 %, la décomposition étant opérée dans tous les cas en solution d'acide minéral.

La manière de chauffer n'est que d'une importance secondaire; toutefois, il convient de mentionner que, dans les trois premiers cas, il est préférable de chauffer les solutions diazoïques lentement au bain-marie, tandis que, pour les deux derniers, il vaut mieux laisser couler la solution du diazoïque dans l'acide sulfurique ou chlorhydrique bouillant à 10 %, de façon à effectuer une décomposition très rapide.

En chauffant les solutions acétiques diluées des diazoïques d'orthonitramines, les rendements sont moins avantageux; il en est de même si on laisse reposer à la température ordinaire les solutions dans l'acide acétique glacial. Toutefois, l'*o*-nitro-métaxylydine (1 : 3 : 4 : 5) donne, dans ces dernières conditions, un rendement un peu meilleur qu'avec l'acide minéral : 48 au lieu de 40 %. En chauffant les solutions neutres des diazoïques des ortho-nitro-amines, on obtient aussi des indazols, mais les rendements sont inférieurs à ceux qu'on obtient avec l'acide minéral. Des méthyles en para vis-à-vis

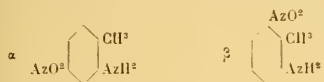
du groupe diazoïque ont, lorsqu'on emploie les trois derniers modes de transformation, encore la même influence défavorable.

§ 2. — Méta-nitro-amines.

Il existe deux nitro-orthotoluidines contenant le groupe nitro en méta par rapport à l' amino ; ce sont :

α) Le 1-méthyl-2-amino-4-nitrobenzène :

β) Le 1-méthyl-2-amino-6-nitrobenzène :



Les dérivés diazoïques de la série α donnent, par ébullition en solution d'acide minéral, des indazols et des crésols, ces derniers en quantité prédominante. Les dérivés paraméthylés (par rapport au groupe diazoïque) ne donnent que les phénols. Les combinaisons de la série β se comportent d'une façon analogue, mais les rendements en indazols sont moindres et peuvent même devenir nuls. Si, au lieu de chauffer lentement au bain-marie, on laisse couler les diazos dans l'acide sulfurique ou chlorhydrique dilué et bouillant, les rendements en phénols deviennent théoriques.



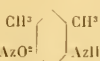


Si l'on chauffe les diazoïques en solution d'acide acétique à 5 ou 10 %, on obtient avec la série α des rendements satisfaisants en indazols, tandis que dans la série β les résultats sont moins favorables. Le groupe méthyle en para exerce aussi ici une influence particulièrement fâcheuse.

En chauffant la solution dans l'acide acétique cristallisable, on a pour les deux séries des rendements d'environ 80 %, sauf quand le méthyle est en para. On arrive pourtant aussi dans ce dernier cas à des rendements de 70 à 80 % quand on laisse couler la solution froide de l'amine diazotée dans l'acide acétique cristallisable, dans une certaine quantité de ce même acide maintenu à l'ébullition. Ici, la manière de chauffer exerce donc une influence considérable sur le résultat.

Si, enfin, on abandonne les solutions diazoïques obtenues dans l'acide acétique cristallisable à la température ordinaire, on obtient des rendements en indazols pour ainsi dire théoriques, sauf pour les dérivés contenant un méthyle en para.

Dans ce cas, la proportion des indazols diminue et l'on trouve de grandes quantités de ces produits brun-rouge qui se forment presque toujours à côté des indazols, mais en général en quantités peu importantes.

La méthode à l'acide acétique cristallisable est certainement la plus pratique pour la transformation des nitro-amines de cette série, ainsi que le montre le tableau suivant :

	RENDEMENT en indazol en %
AzO_2  CH_3 } Ac. acétique dilué au bain-marie. 80	
AzH_2 } Ac. acétique cristallisable à la température ordinaire 90-96	
AzO_2  CH_3 } Ac. acétique dilué 60	
AzH_2 } Ac. cristallisable, tempér. ordin. 96-98	
CH_3  CH_3 } Ac. acétique dilué 6	
AzO_2 AzH_2 } Ac. cristallisable à 0°. 35	
	En laissant couler le diazoïque dans l'acide cristallisable chauffé à l'ébullition. 75-80
CH_3  CH_3 } Ac. acétique dilué 8	
AzO_2 AzH_2 } Acide cristallisable à 0°. 27	
	En laissant couler le diazoïque dans l'acide cristallisable à l'ébullition. 80
CH_3  CH_3 } Ac. acétique dilué 12-30	
AzO_2 AzH_2 } Ac. cristallisable à la temp. ordin. 100	

Ainsi qu'on le voit par l'exemple de la nitromésidine, l'influence nuisible du méthyle en para est contrebalancée par l'influence d'un autre méthyle en ortho, agissant ici dans un sens favorable. Si l'on chauffe les diazoïques des *m*-nitro-*o*-toluidines et leurs homologues en solution neutre, les rendements sont moins bons qu'en solution acétique diluée, et descendent quelquefois jusqu'à la moitié. Les amines de la série β donnent en général un peu plus d'indazol que celles de la α. Les matières secondaires rouges ou rouge-brun se forment ici en quantité plus abondante qu'en solution acétique diluée et constituent souvent le produit principal de la réaction.

§ 3. — Para-nitro-amines.

En solution dans l'acide minéral, les diazos fournissent quantitativement les phénols. En solution acétique diluée, on obtient des indazols, mais avec des rendements souvent peu satisfaisants (40 % avec la *p*-nitro-*o*-toluidine, 4 % avec la *p*-nitro-paraxyldine). En chauffant les solutions dans l'acide acétique glacial, les résultats sont déjà meilleurs, et les rendements atteignent 80 %, si on les laisse se décomposer à la température ordinaire.

§ 4. — Dinitro-amines.

Leurs diazoïques se transforment par l'ébullition en solution d'acide minéral en indazols avec des rendements satisfaisants ; mais, ici même, un méthyle en para vis-à-vis du groupe diazoïque exerce, dans ces conditions, une action très défavorable. Même à froid et en présence d'un grand excès d'acide, les solutions diazoïques sont, dans ce dernier cas, très instables, se colorent en rouge

TABLEAU I. — Résultats obtenus lors de la décomposition des dérivés diazoïques des nitroamines dans différentes conditions.


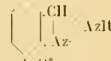

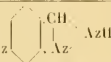

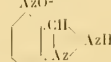

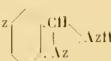

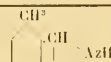

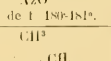

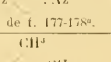

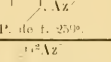

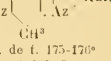

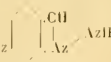

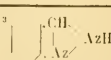
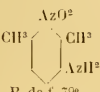
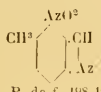
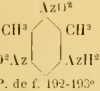
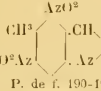
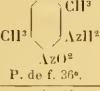
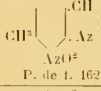
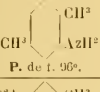
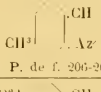
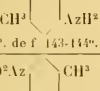
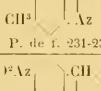
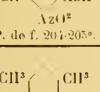
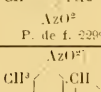
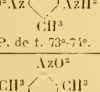
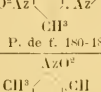
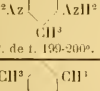
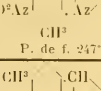
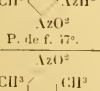
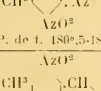
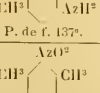
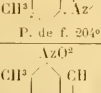
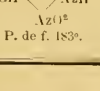
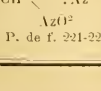
GROUPES	AMINE	INDAZOL	DÉCOMPOSITION en solution d'acide minéral à l'ébullition	DÉCOMPOSITION dans l'acide acétique cristallisable à température ordinaire	DÉCOMPOSITION dans l'acide acétique dilué à l'ébullition	DÉCOMPOSITION en solution neutre à l'ébullition	PRÉPARATION de l'amine prise comme point de départ
Nitro-ortho-toluidines.	1.  P. de f. 97°.	 P. de f. 186-187°.	80 % d'indazol.	62-67 % d'indazol.	60-73 % d'indazol.	70 % d'indazol.	Nitration de l'ortho-acéto-toluidine. (Ber., t. XVII, p. 265.)
	2.  P. de f. 107°.	 P. de f. 181°.	50 % d'indazol.	90-96 %	73-80 %	40-45 %	Nitration de l'ortho-toluidine en solut. sulfurique. (Ber., t. XVII, p. 2168.)
	3.  P. de f. 91°-5.	 P. de f. 306°.	40 % d'indazol. 90 % de crésol.	96-98 %	60 %	55-60 %	Réduction du di-nitrotoluène 1 : 2 : 6. (Ann., t. CLXXII, p. 223.)
	4.  P. de f. 128-129°.	 P. de f. 208°.	Pas d'indazol. crésol seulement.	82-90 %	40 %	33-42 %	Nitration de l'ortho-acéto-toluidine. Ann., t. CLV, p. 6 et CCXXVIII, p. 239.
Nitro-vic-ortho-xyldines.	5.  P. de f. 116-118°.	 P. de f. 180-181°.	100 % d'indazol.	90 %	50 %	50 %	Nitration de l'ortho-vic-xyldine ou de son acéto. (Ber., t. XXXIV, p. 2242.)
	6.  P. de f. 111-112°.	 P. de f. 177-178°.	40 % d'indazol. 50 % de xylnol.	94 %	89 %	37 %	Id.
	7.  P. de f. 110°.	 P. de f. 259°.	40 % d'indazol. 90 % de xylnol.	79-86 %	42 % d'indazol. 35 % de xylnol.	33 %	Id.
Nitro-vic-méta-xyldines.	8.  P. de f. 81-82°.	 P. de f. 175-176° et 222°-5.	8 % d'indazol. 90 % de xylnol.	93 % Deux isomères.	46-56 % d'indazol. Deux isomères.	60 % Deux isomères.	Nitration de la méta-vic-xyldine ou de son acéto. (Ber., t. XXIV, p. 368.)
	9.  P. de f. 172-173°.	 P. de f. 180°.	86 % d'indazol.				Id. (Ber., t. XXXV, p. 629.)
Nitro-as-méta-xyldines.	10.  P. de f. 72°.	 P. de f. 192°-5.	40 % d'indazol.	48 % à chaud.	24 %	23 %	Nitration de l'acéto-as-méta-xyldine. (Ber., t. XXVIII, p. 2677.)
	11.  P. de f. 123°.	 P. de f. 173-174°.	100 % de xylnol.	35 % 75-80 % par décomposition rapide.	6,3 %	6,3 %	Nitration de l'as-méta-xyldine en solut. sulfurique. (Ber., t. XVII, p. 265.)

TABLEAU I (suite). — Résultats obtenus lors de la décomposition des dérivés diazoïques des nitroamines dans différentes conditions.

GROUPES	AMINE	INDAZOL	DÉCOMPOSITION en solution d'acide minéral à l'ébullition	DÉCOMPOSITION dans l'acide acétique cristallisable à température ordinaire	DÉCOMPOSITION dans l'acide acétique dilué à l'ébullition	DÉCOMPOSITION en solution neutre à l'ébullition	PRÉPARATION de l'amine prise comme point de départ
Nitro- <i>as-méta</i> -xylyl. (suite).	12.  P. de f. 79°.	 P. de f. 198-199°.	Pas d'indazol; xylénol uniquement.	6 % d'indazol à temp. ordin. 22 % à 60; 79 % en coulant le diazol dans l'ac. acét. bouillant.	8 % d'indazol.	8 % d'indazol.	Réduction du di- nitro-vic-méta- xylène. (<i>Her.</i> , t. XVII, p. 2425.)
	13.  P. de f. 192-193°.	 P. de f. 190-191°.	16 % d'indazol; 80 % en cou- lant le diazo dans l'ac. sul- furique bouil- lant à 10 %.				Réduction du tri- nitro-méta-xy- lène. (<i>Ann.</i> , t. CXLII, p. 163.)
Nitro- <i>para</i> -xylylides.	14.  P. de f. 36°.	 P. de f. 162°.	70 % d'indazol.	81 %	58 %	50 %	Nitration de l'acé- to de la para-xyli- dine dans l'acide sulfurique conc. à 50° C.
	15.  P. de f. 96°.	 P. de f. 206-207°.	Pas d'indazol; xylénol uniquement.	93 %	53 %	16-20 %	Réduction du di- nitro- <i>para</i> -xy- lène. (<i>Ann.</i> , t. CXLII, p. 22.)
	16.  P. de f. 143-144°.	 P. de f. 231-232°.	Pas d'indazol.	83 %	4 %	4 %	Nitration de la <i>para</i> -xylylidine en solut. sulfurique. (<i>Ber.</i> , t. XVIII, p. 226.)
	17.  P. de f. 204-205°.	 P. de f. 229°.	100 % d'indazol.	100 %			Nitration de l'acé- to de la <i>para</i> -xyli- dine en solution sulfurique.
Nitro-mésidines.	18.  P. de f. 73°-74°.	 P. de f. 180-181°.	Pas d'indazol.	100 %	12-30 %	13-18 %	Nitration de la mé- sidine en solu- tion sulfurique. (<i>Ber.</i> , t. XXIV, p. 570.)
	19.  P. de f. 199-200°.	 P. de f. 247°.	100 % d'indazol.	100 %			Nitration de l'acé- to-mésidine.
Nitro-pseudo-cumidines.	20.  P. de f. 47°.	 P. de f. 180°-5-181°-5.	20 % d'indazol.	20 %			Nitration de l'acé- to-pseudo-cumi- dine. (<i>Ber.</i> , t. XVIII, p. 2661.)
	21.  P. de f. 137°.	 P. de f. 204°.		58 % en cou- lant la solut. acétique dans l'ac. acétique bouillant.			Traitement du ni- trate de pseu- do-cumidine par H ² SO ⁴ conc. (<i>Ber.</i> , t. XXIV, p. 571.)
	22.  P. de f. 183°.	 P. de f. 221-222°.	7 % par chauf- fage lent; jus- qu'à 75-80 % par chauffage très rapide.				Nitration de l'acé- to-pseudo-cumi- dine. (<i>Ber.</i> , t. XVIII, p. 2662.)

fuchsine et laissent déposer des corps rouge-brun amorphes. Mais, si on laisse couler la solution diazoïque dans l'acide sulfurique bouillant à environ 10 %, les matières rouges ne se forment qu'en traces et le rendement en indazol atteint 80 %. Le petit tableau suivant vient à l'appui de ces constatations :

	RENDREMENT en indazol en %
$\left. \begin{array}{c} \text{AzO}^2 \\ \text{CH}^3 \\ \text{AzH}^2 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \text{Diazotée et chauffée en solution} \\ \text{AzO}^2 \quad \text{CH}^3 \quad \text{AzH}^2 \quad \text{CH}^3 \quad \left. \begin{array}{c} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \text{sulfurique diluée} \dots\dots\dots 86$	
$\left. \begin{array}{c} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{a) Diazotée et chauffée en solution} \\ \text{b) Diazotée et introduite dans l'ac.} \end{array}$	16
$\left. \begin{array}{c} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{sulfurique diluée} \dots\dots\dots 16 \\ \text{sulfurique bouillant à 10 \%} \dots\dots\dots 80 \end{array}$	80
$\left. \begin{array}{c} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{a) Comme ci-dessus} \dots\dots\dots 7 \\ \text{b) } \dots\dots\dots \dots\dots\dots 80 \end{array}$	7
$\left. \begin{array}{c} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{CH}^3 \\ \text{CH}^3 \end{array} \quad \text{AzO}^2$	80

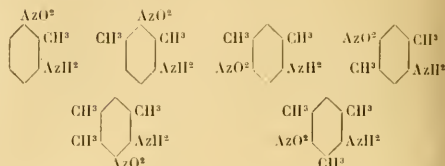
En solution neutre, le rendement est mauvais, autant qu'il semble résulter du seul cas examiné jusqu'ici. Avec l'acide acétique dilué, on obtient, autant qu'il semble jusqu'à présent, les mêmes résultats qu'avec l'acide minéral. Si on laisse les solutions des diazoïques dans l'acide acétique cristallisable se décomposer à la température ordinaire, on obtient des corps blancs, bien cristallisés, insolubles dans les acides et les alcalis et dont la nature n'a pas encore été déterminée.

Les tableaux des pages 418 et 419 contiennent les résultats des expériences dont on a déduit les règles énoncées.

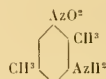
III. — PRODUITS SECONDAIRES OBTENUS A CÔTÉ DES INDAZOLS.

A côté des indazols et des phénols, il se forme, lors de la décomposition de beaucoup de nos diazoïques nitrés, des corps rouges, brun-rouge ou jaunes, dont la constitution n'a pas toujours été élucidée. On en obtient généralement peu en solution acide. C'est seulement avec les dérivés paraméthylés qu'il se forme, au commencement de l'ébullition, des flocons brun-jaune qui s'agglomèrent peu à peu en produisant des masses boursoufflées demi-solides; dans le cas de l'*o*-nitro-*as*-métaxyldine, de la dinitro-*as*-métaxyldine, de l'*o*-nitro-pseudocumidine et de la dinitro-pseudocumidine, ce phénomène a en particulier été observé.

En chauffant les solutions acétiques, ces produits secondaires se forment abondamment, toutes les fois que les rendements en indazol sont faibles. Ainsi, avec



on obtient des produits rouges ou rouge-brun, et avec

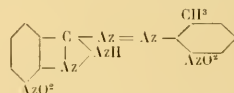


un corps brun-jaune.

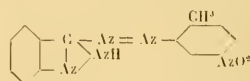
Avec les amines où les positions para et ortho sont toutes occupées, on obtient surtout des matières résineuses.

En solution dans l'acide acétique glacé, les indazols se forment en général nettement; quelquefois, dans le cas des para-nitro-amines, il se forme de petites quantités de ces corps brun-rouge, qui colorent alors fortement les solutions. Des produits de ce genre se forment en grande quantité avec les amines paraméthylés et le rendement en indazol diminue en conséquence considérablement.

Lors de la préparation du 6-nitroindazol, d'après la méthode à l'acide acétique, il se sépare de la solution une substance en belles aiguilles orangées, qui, d'après ses propriétés et les résultats des analyses, doit être considérée comme un dérivé nitré du tolyl-azo-indazol de M. Bamberger, c'est-à-dire comme



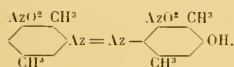
Un corps tout à fait analogue se sépare aussi de la solution du diazoïque de la nitrotoluidine fusible à 107° dans l'acide acétique cristallisable, il est vrai en quantité minime, et se forme également en chauffant la solution dans l'acide acétique dilué. Les analyses concordent avec la formule :



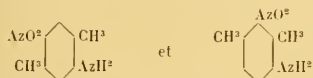
L'un et l'autre sont solubles dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration orangée intense. Les produits brun-rouge et jaunes peuvent être des dérivés oxyazoïques, formés par l'action de diazo encore inaltéré sur le phénol correspondant, ou des dérivés indazoliques formés de la même manière avec les indazols.

Quelques-uns de ces produits ont été purifiés et

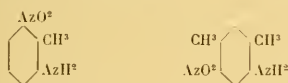
analysés. Ainsi on obtient, dans la décomposition du diazo de la *m*-nitro-paraxylydine, à côté de l'indazol, une substance cristallisée en aiguilles orangées, soluble dans l'acide sulfurique en orange et possédant sans aucun doute la formule :



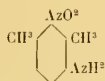
D'autres encore de ces produits se dissolvent dans l'acide sulfurique en orangé, par exemple ceux qu'on obtient avec



en chauffant les diazos en solution neutre ; mais il en est aussi qui donnent des solutions violet foncé, tels ceux qu'on obtient avec



ainsi qu'avec



lorsqu'on laisse la solution dans l'acide acétique glacial se décomposer à froid.

Les dérivés mono et disazoïques de la série benzénique se dissolvent toujours en orange ou jaune ; ces corps doivent avoir une autre constitution et demandent une nouvelle étude.

Lors de l'ébullition de certaines solutions diazoïques, on a pu remarquer aussi une odeur de carbures nitrés, et l'on a pu constater la formation de gouttelettes huileuses nageant sur le liquide, mais en quantité trop minime pour permettre un examen détaillé. La proportion de ces corps bruns ou rouges est généralement encore plus forte en solution acétique.

En résumé, on peut dire que, lors de la décomposition des diazoïques des amines orthométhylées nitrées, il se forme, en dehors des indazols et des phénols, des dérivés azoïques de ces corps avec l'amine mise en œuvre et parfois des substances azotées, peu solubles, de constitution encore inconnue.

IV. — PROPRIÉTÉS DES NITROINDAZOLS.

Les nitroindazols sont blancs ou jaunâtres, rarement jaunes. Ils sont sublimables, quelques-uns très facilement, peu ou point volatils avec la vapeur d'eau ; le 6-nitroindazol distille le plus facilement.

Les nitroindazols simples sont assez facilement solubles dans l'eau à l'ébullition, et cristallisent par refroidissement. Les indazols méthylés ou dinitrés ne se dissolvent que peu ou même point du tout. Ils sont, en général, facilement solubles dans l'alcool ; souvent, l'alcool dilué ou l'acide acétique de 10 à 50 % sont de bons moyens de cristallisation. Dans la benzine et l'alcool méthylique, ils sont aisément solubles à chaud, difficilement à froid. L'acétone et l'acide acétique cristallisable dissolvent abondamment, même à froid.

L'indazol typique fond à 146°,5 ; l'introduction du groupe nitro élève le point de fusion sensiblement. L'introduction du méthyle dans le groupe Iz de l'indazol typique abaisse le point de fusion ; il en est de même pour les nitroindazols.

Les homologues, ayant les méthyles dans le noyau benzénique, ont des points de fusion tantôt plus élevés, tantôt plus bas que les substances-mères. Les dinitroindazols fondent plus haut que les mono.

Les propriétés basiques de l'indazol sont fortement diminuées par l'introduction du groupe nitro ; néanmoins, on peut obtenir aisément les chlorhydrates, en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans la solution benzénique. Dans le cas du B. 1-nitroindazol, deux molécules de la base se combinent avec une de l'acide.

Si l'on ajoute bien à froid, à la solution d'un nitroindazol dans un mélange d'acide et d'anhydride acétique, de l'acide chloroplatinique, H^2PtCl_6 , on peut obtenir des chloroplatinates cristallisés, qui, dans les deux cas plus particulièrement étudiés, contenaient deux molécules d'indazol pour une de cet acide bibasique. Parmi les dinitroindazols, quelques-uns sont encore capables de fournir des chlorhydrates ; d'autres, tel que le B. 1 : 2-méthyl-3 : 6-dinitroindazol, ne montrent plus cette propriété. Les sels des nitroindazols sont très instables et sont immédiatement décomposés par l'eau et l'alcool ; dans certains cas, ils servent avantageusement à la purification des produits.

Les propriétés acides sont bien plus prononcées et rappellent, sous beaucoup de rapports, celles des nitrophénols. L'hydrogène inidique est remplaçable par les métaux, comme l'hydrogène phénolique. On a préparé des sels de sodium, de potassium et d'argent ; leurs solutions sont oranges ou rouges. Un excès d'eau les dissocie. Le sel d'argent du B. 1-nitroindazol répond à la formule $\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_2\text{O}^{\oplus}\text{Ag} + \text{C}_8\text{H}_7\text{N}_2\text{O}^{\oplus}$. Un essai pour préparer avec un dinitroindazol et la diméthylaniline un sel analogue au picrate donne un résultat négatif.

Les solutions alcalines des nitroindazols sont décomposées par l'acide carbonique. Comme les sels des indazols sont plus décomposables que les nitro-

phénolates correspondants, on peut se servir de cette propriété pour séparer les corps de ces deux classes, lorsqu'ils se sont formés simultanément.

L'hydrogène du groupe imide peut être remplacé par des radicaux acides et alcooliques.

Les dérivés acétyliques s'obtiennent facilement en additionnant les solutions dans l'anhydride acétique à chaud d'une goutte d'acide sulfurique. Dans un cas (B-2-méthyl-1-nitroindazol), le dérivé acétylique se forme déjà à froid par simple dissolution dans l'anhydride.

Le chlorure de benzoyle et le sulfochlorure de toluène réagissent facilement sur la solution alcaline. Les dérivés acétyliques sont peu stables et se saponifient déjà lors de la cristallisation dans l'alcool étendu; les dérivés benzoyliques et sulfo-toluiques sont plus résistants.

Par l'action du sulfate de méthyle ou des halogénures alcooliques sur les solutions alcalines des indazols, on obtient très facilement les 1z-2-alcoyl-indazols. Ces corps ont une coloration jaune intense, sauf le dérivé benzylique qui est jaune clair. Ce sont des bases relativement fortes, solubles dans l'acide chlorhydrique à 13 %, distillables presque sans décomposition à la pression ordinaire, difficilement saponifiables, insolubles dans les alcalis. Généralement, il se forme en méthylant deux isomères qui se laissent, non sans difficulté, séparer par cristallisation fractionnée. La constitution de la seconde combinaison, formée en quantité plus faible, n'a pas encore été établie; elle est sans doute substituée au carbone. Le brome réagit aisément sur les indazols dissous dans l'acide acétique glacial ou suspendus finement dans l'eau. Les dérivés bromés sont solubles dans les alcalis; le brome n'est éliminé ni à froid ni à chaud. Il n'est pas encore établi s'il se trouve dans la position 3 du noyau indazolique ou dans le noyau benzénique; dans tous les cas, il semble certain qu'il n'est pas uni à l'azote.

Vis-à-vis des oxydants, les indazols sont très stables. Certains indazols sont facilement altérés quand on chauffe leurs solutions alcalines, même modérément; ainsi, par exemple, se comportent le 3-nitroindazol et le B. 3-nitro-2:6-diméthyl-indazol.

Parmi les agents réducteurs, le méthylate de sodium ne transforme en azoxydérivé ni le 1-nitro-indazol ni son éther méthylique.

Le sulfure d'ammonium alcoolique, la poudre de zinc, le chlorure stanneux ou l'étain et l'acide chlorhydrique, le disulfure de sodium, l'oxyde ferreux, réduisent les nitroindazols à l'état d'aminindazols. En employant l'étain et l'acide chlorhydrique, le chlore entre quelquefois en même temps dans le noyau; ainsi le B. 2-nitroindazol donne un

B. 2-aminindazol chloré, et MM. Gabriel et Stelzner obtinrent de même un dérivé chloré par réduction du B. 2-méthyl-6-nitroindazol.

Les aminindazols donnent des dichlorhydrates et des chloroplatinates, contenant pour une molécule de base une molécule d'acide chloroplatinique. Avec la paranitrobenzaldéhyde, on obtient des dérivés benzyliéniques bien cristallisés; ceux qu'on prépare au moyen de la diméthylparamidobenzaldéhyde sont des matières colorantes jaunes intenses. Avec le trinitrobenzène, il se forme des produits d'addition cristallisés en belles aiguilles rouges. L'anhydride acétique donne des composés diacétyliques; le chlorure de picryle et le benzène chlorodinitré donnent des dérivés diphenylaminiques.

Les aminindazols se laissent nettement diazoter en solution acide; les solutions diazoïques sont colorées en rouge, même en employant des matières tout à fait pures. Elles copulent normalement et donnent des matières colorantes ayant une certaine affinité pour le coton non mordancé. En faisant bouillir les diazoïques, on obtient des oxyindazols à caractère phénolique.

Avec le chlorure ferrique et l'acide chromique, les 6-aminindazols, qu'on peut considérer comme des dérivés de l'o-phénylène-diamine, donnent des réactions colorées intenses.

Les nitroindazols ne se combinent pas avec les dérivés diazoïques, mais les aminindazols sont diazotables et copulent facilement, en donnant des colorants azoïques doués d'une affinité faible, mais pourtant sensible pour le coton non mordancé.

Voici quelques détails opératoires pour la préparation des nitroindazols.

Pour diazoter en solution d'acide minéral, l'amine, dissoute ou suspendue dans un excès considérable d'acide, fut additionnée de nitrite double normal. Pour la diazotation dans l'acide acétique cristallisable, l'amine dissoute dans ce milieu est traitée à froid par la quantité théorique de nitrite double ou quadruple normal. Dans certains cas, il faut ajouter tout le nitrite à la fois, sans quoi il se forme du diazoamide. Les solutions diazoïques contenant de l'acide minéral sont très stables à la température ordinaire; les solutions acétyliques le sont beaucoup moins et sont souvent transformées au bout de quelques heures. Les paranitrés sont les plus stables et demandent, pour la transformation complète, pour 2 grammes de base, entre vingt-quatre et cent heures. Les diazos des amines paraméthylées sont très instables, aussi bien en solution minérale qu'en solution acétique; ils se colorent rapidement en rouge et laissent déposer les corps brun-rouge mentionnés ci-dessus. Le rendement en indazol en est diminué d'autant.

Pour étudier la décomposition dans l'acide acétique dilué, on étend d'eau les solutions dans l'acide glacial ou l'on additionne d'acétate de soude les solutions dans l'acide minéral... En neutralisant avec précaution, en présence de glace, par le carbonate de soude, on obtient les solutions neutres.

Pour diazoter certaines nitramines très peu basiques, on a employé les deux méthodes suivantes :

a) On dissout 1 gramme de base dans 20 grammes d'acide sulfurique concentré, on ajoute un peu plus que la quantité théorique de sulfate de nitrosyle (obtenu en dissolvant dans l'acide sulfurique concentré du nitrite sec), on laisse reposer quelque temps, on ajoute un peu d'urée pour décomposer l'acide nitreux en excès et on verse sur de la glace pilée. On dilue ensuite la solution diazoïque claire à 200 centimètres cubes.

b) On dissout 1 gramme de base dans 25 centimètres cubes d'acide acétique glacial, on ajoute 15 centimètres cubes d'acide sulfurique concentré et 10 à 15 centimètres cubes d'eau et on chauffe jusqu'à dissolution complète. On laisse refroidir à environ 15° et, sans s'inquiéter de la petite quantité de sulfate séparé, on ajoute la proportion théorique de nitrite double ou quadruple normal. Au bout de quelque temps, on dilue à 200 centimètres cubes; la diazotation est parfaitement nette.

Pour établir le rendement, on a déterminé aussi exactement que possible les quantités d'indazol formé et, d'autre part, on a mesuré l'azote dégagé pendant la réaction.

Les indazols sont généralement peu solubles dans l'eau froide, de sorte que la majeure partie se sépare du liquide après refroidissement; le reste en est retiré par extraction à l'éther ou mieux avec un mélange d'éther et de benzène qui ne dissout que peu d'eau. Après distillation du dissolvant, on obtient l'indazol, souvent mélangé avec le phénol. Pour les séparer, on dissout dans la soude et on soumet la solution alcaline à la précipitation fractionnée par l'acide carbonique, ou bien on extrait directement le résidu à l'éther de pétrole bouillant vers 100°, dans lequel les nitro-indazols sont en général très peu solubles.

La mesure de l'azote fut effectuée d'après les deux méthodes suivantes :

On opère la décomposition du diazo dans un ballon communiquant d'une part avec un appareil à acide carbonique, d'autre part avec un azotomètre. Avant de chauffer, on chasse l'air par un courant d'acide carbonique, puis on chauffe, en interrompant le courant dès que l'azote commence à se dégager; à la fin, on pousse à l'ébullition et on chasse tout l'azote formé par l'acide carbonique.

En étudiant la transformation du diazoïque en

solution d'acide acétique glacial à froid, qui demande parfois quelques jours, cette méthode n'est pas applicable; on opère alors de la manière suivante: Le ballon contenant le diazoïque est muni d'un tube abducteur s'abouchant dans la cuve pneumatique avec un eudionètre. Le ballon est plongé entièrement dans de l'eau contenue dans un grand vase, afin que le volume du liquide et du gaz qu'il contient soit aussi indépendant que possible des variations de la température extérieure. On peut, de cette manière, lire directement les volumes d'azote formé et suivre la marche de la décomposition. Sans être très exacte, cette seconde méthode est pourtant suffisante.

La proportion de l'azote dégagé ne correspond pas toujours aux rendements en indazol, en particulier dans les cas où, en dehors de celui-ci et du phénol, il se forme les produits bruns ou jaunes dont il a été parlé précédemment (surtout en solution neutre); en conséquence, j'ai négligé, dans bien des opérations, la détermination de l'azote.

Quelquefois, les rapports entre les quantités d'indazol trouvées et celles du phénol calculées d'après le dégagement d'azote étaient tels qu'on pouvait conclure à la formation d'un dérivé oxyazo formé aux dépens du phénol en question et d'une partie correspondante du diazo. Dans ces cas, le produit secondaire rouge obtenu avait aussi le poids et la composition prévus par la théorie.

La décomposition en solution acétique diluée donne des résultats analogues, mais la proportion des produits secondaires est généralement moindre.

Même en solution d'acide minéral, les rendements en indazol ne correspondent pas toujours à la quantité d'azote dégagé; c'était en particulier le cas pour les bases paraméthylées *o*-nitro-pseudo-eunidine et *o*-nitro-métaxyldine.¹

Après avoir ainsi constaté l'influence favorable du groupe nitro sur la formation des indazols au moyen des amines orthométhylées, j'ai naturellement cherché si d'autres groupes électro-négatifs pouvaient jouer un rôle analogue et j'ai déjà constaté que c'est le cas pour le brome et sans doute aussi les autres halogènes² et le groupe sulfonique. J'ai, en particulier, obtenu avec mes élèves déjà une vingtaine d'indazols et méthyl-indazols mono- et polybromés. L'action du brome est beaucoup moins forte que celle du groupe nitro, et ce n'est que dans des conditions spéciales — ébullition avec l'acide cristallisable — ou en employant des dérivés polybromés que l'on obtient de bons rendements³.

E. Noelting.

Directeur de l'École de Chimie de Mulhouse.

¹ Conférence faite au Laboratoire de M. Halet à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Schröder (H.). — *Die Anfangsgründe der Differential- und Integralrechnung.* — 1 vol. de 131 pages avec 27 figures (Prix : 2 fr.). B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1905.

Schütte (F.). — *Anfangsgründe der darstellenden Geometrie für Gymnasien.* — 1 broch. de 42 pages, avec 54 figures (Prix : 1 fr.). B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1905.

Comme on le sait, les programmes prussiens, élaborés en 1901, ont autorisé l'introduction des éléments de l'Analyse mathématique, de la Géométrie descriptive et de la Géométrie analytique dans la classe supérieure des gymnases. Il en est résulté, entre autres conséquences, la publication des deux petits ouvrages ci-dessus indiqués, qui doivent être loués pour leur simplicité et leur clarté. Le premier surtout semble bien approprié à son but par le soin qu'a pris l'auteur de faire œuvre concise, dépouillée de l'emploi de trop nombreux symboles et de tout ce qui n'est pas, en quelque sorte, résultat tangible dans le domaine de l'Analyse.

E. DEMOLIS,
Professeur à l'École professionnelle de Genève.

Michotte (Félicien), Ingénieur, Président du Comité technique contre l'incendie. — *Etude théorique et pratique de l'Incendie. Ses causes, sa prévention, son extinction.* — 1 vol. in-8° de 563 pages avec 133 figures. (Prix : 15 fr.) V° Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1906.

La vaste usine, seul foyer digne de l'industrie moderne, la maison à huit et neuf étages de nos populeuses cités, les salles publiques dans lesquelles s'entassent des milliers de spectateurs, les grands steamers qui contiennent des centaines de passagers ont certainement beaucoup augmenté, dans ce dernier siècle, les chances et les ravages de l'incendie. L'art de prévenir ce dernier a-t-il progressé parallèlement ? Non, répond mélancoliquement M. Michotte, après avoir constaté que les mesures préventives sont insignifiantes, et que, pour éteindre un incendie, on n'a encore recouru qu'à l'eau, projetée par la même pompe que jadis, seulement un peu mieux construite aujourd'hui. Et cette remarque ne légitime que trop la publication du copieux ouvrage que l'auteur consacre à la matière.

La première partie en est réservée :

1° Aux causes de l'incendie (éclairage, chauffage, moteurs, automobiles...). Nous ne voulons pas nier le danger que présente, avec ces dernières, l'emploi de l'essence de pétrole ; mais la suppression des brûleurs et leur remplacement général par l'électricité pour l'allumage, que l'ouvrage a le tort de ne pas mentionner, ont singulièrement atténué ce danger ;

2° Aux effets du feu ;

3° Aux agents d'extinction. M. Michotte appelle l'attention sur l'intérêt qu'il y aurait à employer la vapeur d'eau, surtout en espace clos : la vapeur a un volume 1.700 fois plus grand que celui de l'eau qui lui a donné naissance ; elle ne surcharge pas les planchers et ne produit pas de dégâts. Mais elle a le tort d'exiger l'installation, d'ailleurs assez facile, d'une tuyauterie. Dans une seconde partie, sont étudiés :

1° Les matériaux résistants au feu ;

2° Les moyens préventifs (contrôleurs de rondes de veilleurs de nuit, avertisseurs automatiques, avertisseurs, extincteurs...);

3° Le matériel d'extinction. Parmi les engins de premier secours, M. Michotte préfère à l'extincteur à dos, coûteux et peu efficace, l'extincteur à main. Il proscriit surtout l'emploi des grenades, qu'il accuse de ne pas atteindre le foyer de l'incendie et de dégager, quand le feu en produit l'éclatement tardif, des vapeurs asphyxiantes. Il préconise le *faubert*, balai en vieille corde que l'on trempe dans l'eau et avec lequel on frappe sur les objets enflammés, l'éponge, la toile de secours, le sac de sable, le vulgaire seau d'eau. Les pompes sont par lui soigneusement étudiées.

Dans un dernier chapitre de cette seconde partie, l'auteur indique comment le feu doit être combattu et décrit les engins de sauvetage.

La troisième partie, sous la rubrique : *applications*, montre comment les notions qui précèdent doivent être utilisées à la ville, à la campagne, au théâtre, à l'usine, en bateau, en ballon, dans un chemin de fer ou dans une mine.

Enfin, une dernière partie parle des usines classées et des précautions particulières qu'il leur sont imposées.

Ce livre, clairement écrit, s'adresse spécialement aux officiers de pompiers, aux ingénieurs, aux architectes et industriels. Tout lecteur en ferait, d'ailleurs, son profit dans sa sphère, si modeste soit-elle.

GERARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Kohlrausch (F.). — *Lehrbuch der praktischen Physik* (10^e édition). — 1 vol. in-8° de 656 pages avec fig. (Prix : 11 fr. 25.) B. G. Teubner, éditeur, 3, Poststrasse, Leipzig, 1906.

La maison Teubner publie aujourd'hui la 10^e édition du Manuel de Kohlrausch sur les exercices pratiques et les mesures en Physique, ouvrage classique en Allemagne et dont l'éloge n'est plus à faire. Elle a été soigneusement mise au courant des derniers progrès de la science : à ce titre, il faut signaler les modifications qui ont été apportées aux chapitres sur les chaleurs spécifiques des gaz, les constantes de diffusion, les gaz ionisés, les mesures de courants alternatifs, les pyromètres optiques, la mesure des ondes électriques, et aux tableaux donnant les propriétés physiques des gaz.

Dans la détermination des constantes par la méthode des moindres carrés, on manquait jusqu'à présent d'un procédé général permettant de répartir les erreurs sur toutes les grandeurs observées. M. Helmert a développé une méthode de ce genre, qui vient heureusement compléter les autres chapitres du livre. L. B.

Les Quantités élémentaires d'Électricité : ions, électrons, corpuscules. — *Mémoires remis et publiés par MM. HENRI ABRAHAM et PAUL LANGEVIN.* — 1 vol. in-8° de 1133 p. avec fig. (Prix : 35 fr.). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

C'est une œuvre éminemment utile au développement de la Physique que viennent d'accomplir MM. Abraham et Langevin, sous les auspices de la Société Française de Physique.

« La notion de structure discontinue des charges électriques domine et pénètre la plupart des découvertes récentes en Physique ; cette forme nouvelle des conceptions atomistiques sert maintenant de guide à un grand nombre d'expérimentateurs. C'est pour leur faciliter les recherches, autant que pour préciser les caractères essentiels des idées actuelles, que la Société

Française de Physique a jugé utile de réunir un ensemble de travaux concernant les circonstances d'observation et les propriétés des centres électrisés : ions, électrons, corpuscules ». Ainsi s'expriment les auteurs dans leur préface, et tel est bien le but qu'ils ont atteint par cette importante publication.

En réunissant et traduisant au besoin les principaux mémoires relatifs à ces questions d'un intérêt fondamental, la Société Française de Physique a mis aux mains des lecteurs de langue française un outil de travail de premier ordre. Mais le domaine embrassé par ces questions est déjà si vaste que les auteurs ont dû se limiter dans le choix des mémoires à ceux qui concernent plus particulièrement la production et les propriétés des centres électrisés.

Le lecteur ne se trouvera donc pas en face d'un recueil complet des mémoires relatifs à la radio-activité, à la décharge disruptive, à la conductibilité des gaz, ou autres phénomènes qui, de près ou de loin, touchent à la notion de charge électrique élémentaire. Les auteurs (et c'est là le côté personnel de leur œuvre) se sont bornés à choisir les mémoires fondamentaux, émanant en général des savants les plus distingués, et pour autant que ces mémoires jetaient un jour sur la notion fondamentale des charges électriques discontinues. Bien des mémoires importants concernant les dispositifs expérimentaux et les applications ont donc dû être laissés de côté; d'autres n'ont été que partiellement traduits ou même résumés. Malgré cela, l'ensemble forme encore un volume de 1133 pages en deux fascicules: le livre d'or des ions, électrons et corpuscules, si on peut l'appeler ainsi.

Pour le classement des mémoires, MM. Abraham et P. Langevin ont adopté l'ordre alphabétique, et pour chaque auteur l'ordre chronologique. C'est donc par un heureux hasard que l'ouvrage débute par la traduction du mémoire fondamental de M. Max Abraham sur les « Principes de la dynamique de l'électron ».

Tel qu'il est, l'ouvrage est donc avant tout un dictionnaire. Mais, pour permettre au lecteur de mieux suivre le développement d'un sujet, les auteurs ont eu l'heureuse idée de publier en tête du volume un tableau synoptique indiquant l'ordre dans lequel les mémoires peuvent être lus avec fruit et cela dans chaque sujet.

Ce tableau synoptique, particulièrement utile aux physiciens qui désirent s'initier à l'étude de ces questions, est divisé en deux parties principales. La première donne la liste des mémoires dans lesquels le lecteur trouvera les renseignements concernant les *ions* (leurs caractères, leurs circonstances de production et leurs propriétés). La seconde énumère les mémoires concernant les *électrons* (circonstances de production et propriétés). Une dernière subdivision est relative aux questions de *mécanique électromagnétique*. Les mémoires de cette dernière partie constituent la base des théories actuelles sur la constitution électrique de la matière. Il suffit de citer les noms de MM. J. J. Thomson, Lorentz, Larmor, Riecke, Wien, Wiechert, Max Abraham, Poincaré et Langevin, pour se faire une idée de la valeur de cette dernière partie.

En résumé, l'œuvre publiée constitue un ensemble magistral. La Société Française de Physique, qui a pris l'initiative de cette publication, et MM. H. Abraham et P. Langevin, qui l'ont menée à bonne fin avec autant de jugement que de conscience, ont droit à la reconnaissance de tous les physiciens. Puisse l'exemple donné se généraliser et amener plus fréquemment la publication de recueils semblables. C. E. GUYE.

Professeur de Physique à l'Université de Genève.

Robine (R.), Ingénieur-Chimiste. — Manuel pratique de l'éclairage au gaz acétylène. — 1 vol. in-8° de 284 pages et 63 figures. (Prix: 10 fr.) Ch. Bréanger, éditeur, Paris, 1905.

De nombreux ouvrages ont déjà été publiés sur l'acétylène, mais peu présentent la question sous une

ferme aussi pratique que celle adoptée par M. Robine. Sans s'arrêter à de longues considérations théoriques, l'auteur s'attache à renseigner immédiatement tous ceux qui ont à choisir un appareil générateur, à faire une installation, à épurer le gaz produit, à poser la canalisation et les becs, etc.

Il débute par l'étude de la matière première qui permet de produire le gaz, celle du carbure de calcium, dont la découverte fut si contestée et définitivement attribuée au Français Bullier. La fabrication industrielle du carbure donne lieu à une description détaillée de l'importante usine de Notre-Dame de Briançon, située en Savoie, où l'on utilise comme unique force motrice celle que produisent les chutes d'eau, c'est-à-dire la houille blanche. Le lecteur consultera avec fruit dans ce chapitre les passages qui concernent le prix de revient du carbure, ainsi que les essais à faire subir à ce produit, pour se rendre compte de sa qualité.

La deuxième partie du volume a trait à l'acétylène et à ses propriétés, notamment à celles qui peuvent avoir des conséquences d'ordre pratique. L'auteur examine les divers moyens permettant de préparer facilement le gaz acétylène, et il en déduit les principes généraux sur lesquels reposent tous les appareils, quels qu'ils soient, en faisant ressortir les avantages et les inconvénients inhérents à chacun d'eux. Il traite enfin une question tout à fait à l'ordre du jour actuellement, mais dont on ne tenait pas compte jusqu'ici : celle de l'épuration du gaz. Les impuretés de l'acétylène, qui se composent principalement d'hydrogène phosphoré, d'hydrogène sulfuré et d'ammoniac, se différencient par leur nature chimique, et les corps oxydants, capables de décomposer les substances acides comme les phosphures ou sulfures d'hydrogène, sont gênés dans leur action par la présence du gaz ammoniac. Aussi l'épuration de ce gaz ammoniac doit précéder celle des composés sulfurés et phosphorés. Après avoir défini les qualités requises pour un bon épurateur, M. Robine démontre tout au long la nécessité d'une épuration sérieuse de l'acétylène en passant en revue les nombreuses applications de ce gaz dans la troisième partie de son ouvrage.

L'éclairage en est la plus importante. Mais là, au début, une grosse difficulté se présentait : celle du graffitiage des becs, c'est-à-dire leur encrassement par un dépôt de charbon finissant par boucher les orifices du brûleur; ce fut encore M. Bullier qui eut l'idée de construire des becs spéciaux, dans lesquels l'acétylène pût se mélanger à une proportion convenable d'air immédiatement avant d'être brûlé. Après avoir montré tous les dispositifs d'éclairage basés sur ce principe, l'auteur expose l'étude complète d'une installation d'éclairage privé et d'éclairage public, en terminant par la transcription des règlements administratifs qui régissent les usines à acétylène à Paris et dans les départements.

Un certain nombre de renseignements techniques, mis en appendice, viennent encore confirmer les intentions de M. Robine, qui a voulu faire avant tout un guide pratique et y a réussi. EMILE DEMENGE, Ingénieur civil.

Fritsch (J.), Ingénieur-chimiste. — Fabrication et raffinage des huiles végétales. — 1 vol. in-8° de 579 pages avec 83 figures. (Prix: 12 fr.) H. Desforges, éditeur, Paris, 1905.

Ce volume, qui s'adresse aux industriels et aux négociants, donne des indications assez complètes sur la technique de l'industrie des corps gras. L'extraction, puis la purification de l'huile, sont les parties les plus importantes de cette technique. L'extraction s'opère soit au moyen des presses, soit au moyen de dissolvants (sulfure de carbone, benzine, tétrachlorure de carbone). L'auteur ne se prononce pas en faveur de l'une ou l'autre de ces méthodes, qui ont chacune leurs applications. Au sujet de l'épuration, l'auteur cite les brevets assez nombreux pris à ce sujet.

L'auteur a complété son volume par la description des méthodes d'analyse élaborées par MM. Müntz, Durand et Milliau. X. ROCQUES.

La Fonderie moderne. — 1 broch. in-8° de 80 pages et 60 figures. (Prix : 2 fr. 50.) Bibliothèque pratique du Moins scientifique et industriel. Paris, 1903.

Les publications concernant l'art du fondeur sont peu nombreuses et, en général, peu pratiques. L'objet de la présente brochure est précisément de jeter quelque clarté sur une question encore obscure. Nul doute que la lecture de ce petit travail ne rende service aux intéressés, et c'est là le but essentiel.

3° Sciences naturelles

Mission scientifique du Bourg de Bozas : De la Mer Rouge à l'Atlantique à travers l'Afrique tropicale (octobre 1900-mai 1903). Carnets de route. Préface de M. R. de SAINT-ARROMAN. — 1 vol. in-4° de 442 pages, avec 172 illustrations et 3 cartes (Prix : 30 fr.). E.-R. de Hudeval, éditeur, Paris, 1906.

La Mission du Bourg de Bozas aura donné d'intéressants résultats géographiques et scientifiques. Elle ne doit pas son importance à ce qu'elle a effectué une traversée complète du continent noir, mais plutôt à ce qu'elle a suivi des itinéraires nouveaux dans l'Afrique orientale, où elle a reconnu le massif du Harar, déterminé le cours moyen du Ouabi-Chébil et du Oueh, étudié les mœurs des riverains, recueilli quelques notions nouvelles sur le pays Galla et sur la capitale du Négous, et surtout exploré l'Ethiopie méridionale, le pays sauvage du Tourkouana et les contrées du Haut-Nil. La Mission avait déjà atteint le bassin du Congo lorsque son jeune et courageux chef rendit le dernier soupir; elle était au terme du voyage et n'avait plus qu'à descendre le fleuve.

Fort bien organisée par le vicomte du Bourg, qui s'était entouré de collaborateurs de valeur: le Dr Brumpt, le lieutenant Barthe d'Annet, MM. de Zeltner, Golliez, Didier, la Mission avait donc pu, malgré la catastrophe survenue, remplir entièrement son programme, qui, au point de vue scientifique, avait été tracé par une Commission composée de MM. Grandidier, Hamy, Perrier et Mauoir. Les résultats scientifiques proprement dits seront prochainement publiés dans quatre fascicules exclusivement consacrés à la Géologie et à la Botanique, à la Zoologie, à l'Ethnographie, à la Pathologie et à la Parasitologie des pays explorés par la Mission.

Ce qui est donné aujourd'hui dans ce volume, c'est le récit du voyage écrit, d'après les carnets de route de Robert du Bourg, par un agrégé de l'Université, M. Fernand Maurette.

On y trouvera l'expression fidèle des pensées et des actes du chef de la Mission, et l'on pourra voir, par les observations scientifiques et géographiques nombreuses qui y sont relatées, que sa préoccupation constante avait été, au cours de ce long voyage, de faire une œuvre profitable à la science. Ce ne sont donc pas de simples récits d'aventures et d'exploits cynégétiques que M. Maurette a tirés des notes du vicomte du Bourg, bien que celui-ci ait été un passionné de chasse, mais bien une relation d'un explorateur consciencieux, qui n'a laissé passer aucun fait notable, aucune observation instructive sans les consigner dans son journal.

Trois bonnes cartes permettent de suivre les itinéraires des voyages; elles sont suffisamment détaillées et donnent une idée nette de la configuration du pays et de ses divers aspects : forêts, savanes, steppes, marais, cultures. On voit de suite, à la seule inspection de la deuxième carte, combien est curieuse cette région lacustre, encore si mal connue, qui s'étend au Sud et au Sud-Est d'Addis-Ababa et qui a été particulièrement étudiée par la Mission. C'est le *Graben*, la « fosse » de l'Afrique orientale, que le vicomte du Bourg s'était proposé de suivre, dépression où dort une ligne

d'eau presque continue de la vallée de l'Aouache au lac Stéphanie, entre les montagnes du Gouragué et du Sidamo, hautes de 3.000 mètres. Il explora particulièrement les deux plus grands et en même temps les deux moins connus des lacs du Graben: les lacs Abassa et Abbay. Soucieux de tout ce qui touche à la science, du Bourg de Bozas notait soigneusement les plantes qu'il rencontrait auprès de ces nappes d'eau, puis ce qu'il observait de la faune terrestre et de la faune aquatique. C'est de cette façon que l'ouvrage, qui est vraiment son œuvre, contient à chaque page de précieuses indications.

Plus loin, c'est la région, fort peu connue malgré les explorations de Donaldson Smith, qui borde le lac Rodolphe à l'ouest et s'appelle le Tourkouana, que du Bourg devait faire connaître. Il décrit le pays, rectifiant sur beaucoup de points ce que l'on en savait, montrant, par exemple, que ce que Bottego et d'autres ont appelé des rivières, comme la rivière Bass, ne sont que des vallées à sec terminées par des marécages. Les monts Péleketch, vers le sud du Tourkouana, furent aussi inspectés et un pic qui paraissait dominer tout le massif fut appelé pic du Bourg de Bozas.

En voilà assez pour montrer combien fut importante la contribution apportée par la Mission à la connaissance de cette partie de l'Afrique. Des régions à peine entrevues furent explorées, les itinéraires des précédents voyageurs reliés et, sur les routes moins ignorées, le pays fut étudié en détail et bien des erreurs rectifiées.

Non moins considérable, nous pouvons l'affirmer déjà par le volume qui vient de paraître, a été l'apport fait par la Mission à l'Ethnographie. Des peuplades entièrement nouvelles furent étudiées dans cette Afrique orientale où le contact peut être saisi entre le domaine des races sémitiques et celui de la race nègre; quant aux peuples déjà bien connus, ils furent l'objet, de la part de la Mission, d'observations du plus haut intérêt. Nous trouvons par exemple, dans ce volume, de très nombreux détails sur les Somalis, les Gallas, les Djéberlis. Dans le Graben, la Mission étudia les deux races gallas, Aroussi et Sidamo. Les Basketo furent la première tribu nègre, jusque-là inconnue, que rencontra la Mission; puis ce furent les Karo et, au delà du lac Rodolphe, les Tourkouana, féroces guerriers qui apparaurent au vicomte du Bourg comme un ensemble de tribus de chasseurs et de pasteurs demi-nomades. En laissant les Tourkouana, il trouva les Lodoouso, appartenant à la grande tribu des Karamodjo, puis, en approchant du Nil, les Soudanais-Choulli. De nombreuses reproductions de types de toutes ces peuplades et de leurs diverses tribus constituent, dans le volume, des documents d'autant plus intéressants qu'elles donnent ces types à la fois de face et de profil. Sous une apparence très séduisante, le journal de route du vicomte du Bourg de Bozas est, on le voit, un ouvrage de science.

GUSTAVE REGELSPERGER.

Hitier, Ingénieur agronome, Maître de Conférences à l'Institut national agronomique. — *Plantes industrielles.* — 1 vol. in-18 de l'Encyclopédie agricole. (Prix: 5 fr.) Baillière et Co, éditeurs, Paris.

Dans un volume rempli de renseignements sûrs et de conseils judicieux, M. Hitier expose l'état actuel de la culture des plantes industrielles en France.

Les développements relatifs à chaque plante ont été proportionnés à l'importance économique. La culture de la betterave industrielle occupe 200 pages. Cent pages sont consacrées à la pomme de terre; cent aux plantes oléagineuses (colza et oilette) et aux plantes textiles, lin et chanvre; cent aux plantes industrielles diverses: topinambour, chicorée à café, houblon, tabac, osier, safran, sorgho à balais, chardon à foulon.

Pour chaque plante, l'auteur étudie en détail le mode de végétation, les variétés, le climat, le sol, la fumure, les assolements, les procédés de culture et les soins culturaux.

Comme agriculteur, comme professeur, comme

enquêteur chargé du contrôle des travaux de vacances des élèves de l'Institut agronomique, l'auteur a pu réaliser une documentation sûre, précise, variée, qui donne à son ouvrage une réelle valeur pratique.

E. RABATÉ,
Ingénieur agronome.

4° Sciences médicales

Le Dantec (Félix), chargé de cours d'Embryologie à la Sorbonne. — **Introduction à la Pathologie générale.** — 1 vol. in-8° de X-504 pages, avec figures. (Prix : 45 francs.) Alcan, éditeur. Paris, 1906.

Depuis dix ans, M. Le Dantec s'efforce de dégager la philosophie des nombreuses questions de Biologie générale abordées par les chercheurs du XIX^e siècle. Il était logique et naturel qu'il songeât à s'attaquer aussi à l'une des questions les plus philosophiques de la Pathologie générale, celle du mécanisme de l'infection et de l'immunité. Cette question ne se trouve-t-elle pas liée intimement à celles de la Pathologie générale que l'auteur a pris l'habitude d'exposer ? Par la phagocytose, ne touche-t-elle pas les problèmes de l'atrophie, des métamorphoses et, en dernier ressort, de la digestion intracellulaire ? Le vaste domaine des cytotoxines, qui n'a été exploré que grâce à des travaux préliminaires sur l'immunité antimicrobienne, n'appartient-il pas à la Biologie générale ?

Le livre que publie aujourd'hui M. Le Dantec est donc une suite logique de ceux qui l'ont précédé et surtout du *Traité de Biologie* paru deux ans et demi auparavant, analysé dans cette *Revue*, t. XIV, p. 961. Et l'on a cette impression très nette, tant à la lecture de la table des matières qu'à celle du livre même. A chaque instant, des passages entiers du *Traité de Biologie* sont résumés dans le but de faire mieux saisir les faits de « Pathologie générale » que l'auteur expose. Les faits relatifs aux cytotoxines tiennent aussi, et à juste titre, une très large place et préparent à l'intelligence des anticorps microbiens. M. Le Dantec ne dit-il pas (p. 53 : « La Pathologie étudie des éléments différentiels dont la Biologie étudie l'intégrale. »

Comme toujours, M. Le Dantec use peu des travaux de première main. Dans le cas particulier, il ne pouvait mieux se documenter qu'avec le livre de M. Metchnikoff : *L'immunité dans les maladies infectieuses*. Comme le livre date de quelques années, il a complété sa documentation dans le *Bulletin de l'Institut Pasteur*, qui, par sa nature même, est amené à traiter, entre autres choses, des questions qui intéressaient M. Le Dantec (v. Introduction, p. 44). D'ailleurs, par son passage à l'Institut Pasteur, M. Le Dantec était particulièrement bien préparé pour s'assimiler l'énorme quantité de faits qu'embrassait son sujet.

Je ne m'attarderai pas à relever tel ou tel point où l'auteur a exagéré la portée des documents qui servaient de base à son développement, ou encore quelques inadvertances (exemple : on sait, depuis juin 1903, que le virus rabique passe à travers certaines bogies Berkefeld. L'intérêt, dans les livres de M. Le Dantec, n'est pas là. Il est surtout dans la façon de raconter, dans la narration des faits. C'est d'ailleurs une de ses

idées favorites que le développement des sciences et surtout de la Biologie est souvent entravé par le langage dans lequel on raconte les faits. Le nouveau livre mérite donc d'être surtout envisagé à ce point de vue.

M. Le Dantec a rencontré, dans ce domaine, un langage compliqué dont M. Ehrlich est surtout responsable. Dans plusieurs de ses livres, M. Le Dantec s'est attaqué aux idées de M. Weissmann ; il voit, dans les théories de M. Ehrlich, « une erreur de méthode comparable à celle de M. Weissmann » (p. 184, note). C'est ainsi qu'en traitant les diastases, les toxines (les albuminoïdes mêmes, dont il n'est pas question ici), comme des corps chimiques définis, dont les propriétés seraient complètement déterminées par la constitution de leur molécule, on « crée des entités dont on a ensuite la plus grande peine à se débarrasser » et l'on est conduit à faire des travaux nombreux dont la majeure partie restera probablement sans valeur.

Quand on considère les travaux trop nombreux consacrés à l'isolement des diastases, les conceptions compliquées auxquelles a conduit l'assimilation des actions d'antitoxines à des ensembles d'actions chimiques simples, on ne peut manquer de penser que la critique de M. Le Dantec porte juste sur beaucoup de points. En l'état actuel de nos connaissances, ce que le langage chimique a de plus condamnable, c'est l'abus qu'on en fait, et la critique, qui porte pour Ehrlich, ne saurait atteindre ceux qui emploient le même langage simplement parce qu'ils ne s'intéressent pas assez à cet aspect particulier de la question pour éprouver le besoin d'en changer.

Il est certain que le langage chimique a contribué à embrouiller beaucoup de questions de Biologie, au sujet desquelles il eût mieux valu raconter les expériences le plus « naïvement » possible et essayer, lorsqu'il s'agissait de grandeurs mesurables, de relier les données expérimentales par des lois, des courbes ou des formules qui ont l'avantage de n'introduire d'autre hypothèse que celle de la continuité des phénomènes.

M. Le Dantec, lui, préfère essayer de raconter, dans ce qu'il appelle le langage de l'équilibre, les phénomènes d'immunité et de sérothérapie et faire appel, pour les expliquer, à l'état colloïdal des matières vivantes, état dans lequel il faudra, le plus souvent, chercher la cause de leurs propriétés et des variations de ces propriétés. Certes, devant l'échec de la théorie chimique, c'est vers les propriétés colloïdales de la matière vivante que s'est porté l'espoir de beaucoup de ceux qui cherchent une théorie de l'action des diastases, des toxines et de leurs anticorps. Mais il faut bien reconnaître que les explications ne sauraient avoir encore une grande précision, étant donné l'état actuel de nos connaissances, et le « taux » que l'auteur attribue aux éléments de l'organisme ne nous paraît pas aider beaucoup à l'intelligence. En fait, les travaux récents de Neisser et Friedemann, Bechhold, V. Henriets collaborateurs, laissent espérer une explication des réactions des toxines sur les antitoxines, mais on n'entrevoit encore aucune lumière au sujet de la question capitale de la *spécificité* des antitoxines, ni de leur mode de formation. Pourquoi une toxine déterminée provoque-t-elle la formation d'une antitoxine déterminée ?

Nous avons essayé de montrer dans quel esprit particulier était conçu le nouveau livre de M. Le Dantec. Il a les qualités philosophiques de ses devanciers et principalement celle-ci, qu'on ne saurait trop louer : c'est de forcer l'esprit à réfléchir sur la définition, la signification des faits et des mots qu'on croit le mieux connaître, et qui nous paraissent presque banals.

L'« Introduction à la Pathologie générale » sera accueillie avec la même faveur que les autres ouvrages de M. Le Dantec : les philosophes et nombre d'esprits cultivés y gagneront, entre autres choses, des notions générales sur une des branches de la Biologie les plus neuves et les plus riches de faits et d'apergus généraux.

F. MESNIL,
Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

* Il est assez difficile, dit M. Le Dantec en parlant de la découverte des cytotoxines, de déterminer quelle idée préconçue a conduit les expérimentateurs dans cette voie féconde... (p. 163). Je ne pense pas qu'il y ait eu idée préconçue. Metchnikoff a raconté (*Ann. Inst. Pasteur*, 1899, p. 733) comment, injectant du sang d'oie renfermant des spirilles dans la cavité du corps des cobayes, il vit qu'en repétant l'injection les hématies se dissolvaient en partie en dehors des leucocytes. Partant de là, M. Bordet, qui étudiait déjà les cytotoxines naturelles, put obtenir des cytotoxines artificielles et, préparé par ses travaux antérieurs sur l'immunité antivibronienne, débrouiller leur mode d'action. Dans ce cas, comme dans la majorité, le hasard a donc joué un rôle dans la découverte ; mais il n'aurait rien donné si le terrain ne s'était pas trouvé particulièrement bien préparé.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Avril 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Em. Picard communique quelques remarques sur deux problèmes de Physique mathématique se rattachant à l'équation de M. Fredholm. — M. J. Clairin étudie les transformations des systèmes d'équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. M. Brillouin a déterminé les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon à l'aide de la forme modifiée par lui de l'appareil de M. Eötvös. Il a constaté que l'ellipticité du géoïde dépasse 50 à 100 fois celle de l'ellipsoïde; elle est très variable en grandeur et en direction à l'intérieur du tunnel, et très différente de ce qu'elle est à l'extérieur. — M. G. Bigourdan décrit un moyen de contrôler un système d'horloges synchronisées électriquement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Ch. Maurain a préparé par pulvérisation cathodique des lames métalliques minces qui ont la propriété remarquable d'être très fortement dichroïques; de plus, leur conductibilité électrique varie avec la direction; enfin, ces lames sont biréfringentes et les sections principales coïncident avec les directions d'absorption lumineuse et de conductibilité maximum et minimum. — M. J. Amar a constaté que l'osmose gazeuse à travers une membrane colloïdale desséchée ne se conforme ni aux lois expérimentales de Graham et Bunsen, ni aux théories de Stefan et O. Meyer. — M. J. Becquerel a étudié les variations des bandes d'absorption d'un cristal de xénotime placé dans le champ magnétique, lorsque le rayon lumineux est dirigé suivant les lignes de force. — MM. G. Claude et R. J. Lévy présentent un appareil pour la production de vides élevés à l'aide de l'air liquide. Le procédé consiste à faire le vide en plusieurs stades: d'abord au moyen d'une pompe dans l'enceinte à vider et dans plusieurs récipients à air liquide, qui sont ensuite immergés et mis hors circuit successivement. — M. Marage montre que le son de résonance peut servir à caractériser les propriétés acoustiques d'une salle; pour que l'acoustique d'une salle soit bonne, la durée d'un son de résonance déterminé doit être sensiblement constante pour toutes les places et toutes les voyelles; elle doit être comprise entre 0,5 et 1 seconde. — M. H. Buisson a étudié quelques propriétés de deux cubes de quartz très limpides de 4 centimètres et de 5 centimètres d'arête. La densité, la dilatation, la réfringence et la biréfringence, le pouvoir rotatoire sont plus faibles pour le cube de 5 centimètres que pour celui de 4 centimètres. Le quartz, même très bien cristallisé, n'est donc ni pur, ni homogène. — MM. L. Rotch et L. Teisserenc de Bort déduisent des résultats de leurs sondages aériens dans la région des alizés que les vents de nord-ouest (contre-alizé de M. Hergesell) n'ont pas, dans cette région, l'épaisseur qui leur a été attribuée, puisqu'ils l'ont placée au contre-alizé classique des régions sud entre 2.500 et 4.000 mètres. — M. Cl. Rozet a observé au lever et au coucher du Soleil, sur un écran blanc recevant la lumière par une fenêtre ouverte, des bandes sombres analogues à celles qui se produisent pendant une éclipse de Soleil. — M. F. Dienert a constaté que les sources de la Vanne sont aussi radioactives que celles de l'Avre, mais elles le sont beaucoup moins que celles de la Dhuy; il n'y a aucune relation apparente entre la conductibilité électrique et la radioactivité. — M. J. Cavalier a préparé les pyrophosphates neutres d'un certain nombre d'alcools; ce sont des liquides ne pouvant être distillés. La cryoscopie dans

le benzène montre qu'ils ont un poids moléculaire correspondant bien à la formule $P_2O_5R_2$. — M. A. Duboin a obtenu, par évaporation de diverses liqueurs d'iodymercurate de baryum, les corps $BaP_2.5HgI_2.8H_2O$, $2BaP_2.3HgI_2.16H_2O$; $3BaP_2.5HgI_2.24H_2O$. — M. Em. Vigouroux, par union directe du fer et du molybdène, a formé une série de ferromolybdènes purs, fondus, atteignant des teneurs voisines de 80 %. Ces ferromolybdènes abandonnent quatre corps répondant à des formules de composés définis: Fe^2Mo , Fe^3Mo , $FeMo$ et $FeMo^2$. — M. L. J. Simon explique, par la juxtaposition dans la même molécule de la fonction cétonique et de la fonction acide, la stabilité de l'acide diéthacépyruvique en solution alcoolique et sa décomposition au sein de l'eau. — MM. Ch. Moureu et J. Lazennec, en condensant les amides acétyléniques avec les phénols, ont obtenu les amides éthyléniques β -oxyphénolées, qui sont hydrolysées par l'acide sulfurique en CO_2 , Azl³, acétone et phénol correspondants. — M. G. André a étudié les variations de l'azote et de l'acide phosphorique dans les suc d'une plante grasse, le *Mesembrianthemum crystallinum*. L'acide phosphorique et l'azote solubles présentent les mêmes maxima aux mêmes périodes de végétation. — M. J. Tribot a déterminé la composition et la chaleur de combustion des os du squelette, en fonction de l'âge, chez les cobayes. La teneur en matières minérales passe par un maximum vers le 150^e jour, puis décroît jusqu'aux environs de 555 jours, époque à laquelle elle devient sensiblement constante. La chaleur de combustion passe par un maximum dans les premiers jours de la croissance et atteint son minimum vers le 150^e jour. — MM. M. Piettre et A. Vila ont reconnu que le phosphore est un élément prédominant dans la composition de la substance nucléaire des hématies d'oiseaux et qu'il y existe en forte proportion à l'état de combinaison organique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. J. Beauverie et A. Guillaumond ont observé dans diverses graines des globoides et certaines granulations ressemblant, par quelques-unes de leurs propriétés, aux corpuscules métachromatiques. — MM. H. Jumelle et H. Perrier de la Bathie signalent l'existence à Madagascar d'un *Khaya* distinct des deux espèces déjà connues au Sénégal et dans l'Angola; ils le nomment *K. madagascariensis*. Le tronc sécrète une gomme sans tannin. — M. E. Bréal montre que la stérilisation superficielle des graines par la bouillie cuivrique n'a pas seulement pour effet de prévenir les maladies cryptogamiques; elle favorise en même temps la levée des semences et assure une meilleure utilisation de leurs réserves. — M. M. Chevalier a reconnu que les glaciers pleistocènes ont eu une bien moindre extension sur le versant espagnol des Pyrénées que sur le versant français; ce fait doit être attribuable à un phénomène analogue à celui du foehn dans les Alpes. — M. Ed. Bonnet a constaté qu'au Maroc septentrional et dans le nord-est de l'Espagne, les conditions climatiques ne s'étant pas sensiblement modifiées ont permis à certaines espèces telles que les *Cinnamomum Scheuchzeri* et *Salix angusta* de persister jusque dans le Pliocène, alors que, dans l'Europe centrale et la vallée du Rhône, elles avaient, par suite du changement de climat, disparu dès la fin du Miocène. — M. L. Cayeux montre que le minéral de fer de Grandpré (Ardennes) s'est formé aux dépens d'un dépôt originellement très glauconieux, dont la glauconie s'est altérée et transformée, en grande partie, en limonite. Sa structure et son origine l'éloignent des minerais oolithiques avec lesquels il avait été confondu.

Séance du 17 Avril 1906.

M. le Président annonce le décès de M. S. P. Langley. Correspondant de l'Académie.

1^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Malassez décrit plusieurs procédés d'évaluation de la distance focale-postérieure des objectifs microscopiques, c'est-à-dire de la distance comprise entre le foyer postérieur de l'objectif et sa face postérieure. — M. E. Vigouroux indique les propriétés des quatre constituants des ferromolybdènes : Fe^{Mo} , $D=8,90$, non magnétique; Fe^{Mo^2} , $D=9,16$, non magnétique; Fe^{Mo} , $D=9,01$, non magnétique; Fe^{Mo^2} , $D=9,11$; non magnétique. — MM. L. J. Simon et G. Chavanne ont observé que le glyxylate d'éthyle donne avec l'ammoniaque une réaction caractéristique, qui consiste en la formation d'un précipité d'abord blanc, virant au jaune, orange, rouge et enfin au noir bleu très intense. Cette réaction est très particulière à cet éther. — M. E. Demoussy a reconnu que l'amidon offre tous les caractères d'un acide faible, comparable à l'acide carbonique, et en cela se rapproche des autres hydrates de carbone. Comme eux, il contracte avec les hydrates métalliques des combinaisons dissociables par l'eau et peut, en outre, absorber de petites quantités de sels neutres. — M. P. Gaubert a déterminé le coefficient de partage du bleu de méthylène entre une solution de ce corps et des cristaux d'acide phthalique plongés dans cette solution et colorés par elle. Ce coefficient est à peu près constant, ce qui indique que la molécule de bleu de méthylène se trouve sous le même état dans les cristaux et dans la solution; on a donc affaire à une véritable solution solide.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. S. Meunier a exposé, pendant le brouillard sec et jaunâtre du 11 avril à Paris, des plaques glycinées pour retenir les poussières de l'atmosphère. L'examen microscopique de celles-ci a révélé une identité complète avec la cendre rejetée par le Vésuve en 1822. Le brouillard du 11 avril était donc en relation avec l'éruption actuelle du Vésuve.

Séance du 23 Avril 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Curie, membre de l'Académie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Eug. Fabry présente ses recherches sur les courbes algébriques à torsion constante qui se déduisent de trois polynômes. — M. H. Taber étudie les groupes réductibles de transformations linéaires et homogènes. — M. G. Lery communique ses recherches sur l'équation de Laplace à deux variables. — MM. G. Millochau et M. Stefanik se proposent d'étudier la couronne solaire en dehors des éclipses en photographiant les régions voisines du bord solaire au moyen du spectrolélographe, en isolant dans la seconde fente la raie $\lambda = 3,303$ et en éliminant la lumière des autres radiations au moyen d'un écran vert approprié.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. Devaux-Charbonnel a étudié les courants engendrés dans l'électro-aimant d'un diapason électrique. Ils sont loin d'être sinusoïdaux, mais présentent un sommet très aigu et une, deux ou trois encoches, suivant la résistance intercalée; ils donnent lieu à des effets d'induction électrostatique très marqués. — M. M. Yégounow a constaté que le rapport du coefficient de diffusibilité K à la vitesse du mouvement v dans une section donnée d'un milieu est une grandeur constante pour les solutions équimoléculaires de toutes les substances. Quand la concentration x varie en progression géométrique, la vitesse v varie en progression arithmétique. La détermination du poids moléculaire peut être faite d'après les tables des rapports K à v . — M. G. Urbain a déterminé le poids atomique du terbium par dosage de l'eau dans le sulfate octohydraté $\text{Tb}(\text{SO}_4)_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Il trouve $\text{Tb} = 159,22$ pour $O = 16$. Il donne également la liste des principales raies du spectre d'émission du terbium.

— M. H. Baubigny indique des procédés de dosage du cadmium dans un sel volatil ou organique.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. H. Carré montre que la maladie des chiens est une affection à étiologie complexe, due à des infections successives et dans une étroite dépendance. La première, seule spécifique, est due au virus filtrant qui, en plus de son pouvoir pathogène propre, annihile la défense phagocytaire de l'animal infecté, et livre ainsi passage à d'autres agents microbiens variables, qui créent des lésions secondaires non spécifiques. — M. E. Joukowsky a observé une mollesse à Turitelles et une couche lignitifère à Congéries dans la presqu'île d'Azuero (Panama). — MM. M. Lugeon et E. Argand montrent que les masses de calcaires secondaires des Madonie et de la Sicile occidentale, ainsi que celles de l'archipel des Egades, appartiennent à une immense nappe de charriage plus ou moins compliquée; elles ne sont que des lambeaux de recouvrement ou des lames de charriage supportées par l'Eocène moyen ou plus ou moins enfoncées dans ce dernier. — M. A. Lacroix adresse de Naples quelques observations sur l'éruption du Vésuve. La caractéristique essentielle du paroxysme actuel réside dans la coexistence de deux ordres de phénomènes qui, tous deux, ont été intenses et destructeurs : 1^o production d'importantes coulées de laves « panchées » rapidement; 2^o phénomènes explosifs extrêmement violents.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Avril 1906.

MM. A. Poncet et R. Leriche montrent qu'il existe toute une catégorie de tumeurs bénignes adénomateuses, d'origine inflammatoire, qui relèvent de la tuberculose. Cette infection engendre dans les glandes (en particulier le sein, le corps thyroïde), non seulement de l'hypertrophie et de la sclérose, mais l'adénome typique avec toutes ses formes évolutives. Les unes et les autres sont, maintes fois, des produits réactionnels de l'infection tuberculeuse, des localisations de la tuberculose inflammatoire. M. L. Labbé critique cette relation entre la tuberculose et certaines tumeurs, l'examen anatomo-pathologique ne révélant aucune trace des lésions habituelles de la tuberculose. — M. le Dr Piquet communique une observation de décoloration du poulmon par le procédé de M. Delorme.

Séance du 17 Avril 1906.

M. A. Guépin adresse un travail sur les prostatites révélées par la crippe. — M. Ev. Guyot envoie une Note relative aux effets de l'introduction de l'extrait de la graine de cotonnier dans l'alimentation des nourrices.

Séance du 24 Avril 1906.

M. le Président annonce le décès de M. V. Paulet, Correspondant national.

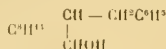
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 23 Mars 1906.

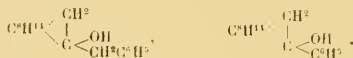
M. Mermet a envoyé une note montrant que l'on peut obtenir un mélange ininflammable de sulfure de carbone et de chlorure de carbone et qu'il peut être utilisé pour la cristallisation du soufre. Le chlorure de carbone peut être également employé pour la préparation des chlorures d'aluminium, de silicium, etc. Il remplace avantageusement le chlore et le charbon utilisés pour la préparation de certains chlorures à partir des oxydes. — MM. Ch. Moureu et I. Lazennec ont préparé quelques amides et nitriles acétyléniques. Ces composés fournissent avec les alcools et les phénols des produits de condensation résultant de la fixation de la molécule alcoolique ou phénolique sur la liaison acétylénique. Leur constitution est établie par l'étude des produits résultant de leur hydrolyse. — M. A. Monneyrat montre que l'on peut doser le fer colorimétri-

quement en utilisant la coloration verte que des sels ferreux et ferriques, en solutions très diluées, donnent avec l'hydrogène sulfuré en présence de l'ammoniaque.

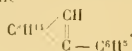
— M. A. Haller, au nom de M. E. Bauer et au sien, communique des recherches sur des dérivés des bornéols et sur leurs produits de déshydratation. Quand on réduit le benzylcamphre droit au sein de l'alcool par du sodium, on obtient deux benzylbornéols :



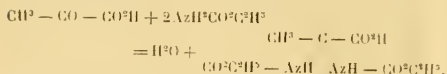
qu'il n'a pas été possible de séparer, mais qui se comportent différemment vis-à-vis des agents déshydratants. Le mélange bout à 179-181° sous 13 mm., donne un phényluréthane fondant à 116-118°, ainsi qu'un phthalate d'acide fondant à 146°. Chauffé avec l'acide formique anhydre, l'acide acétique cristallisable ou l'anhydride phthalique, une partie du produit se scinde en eau et benzylcamphène, tandis que l'autre reste inattaquée. Les auteurs en concluent que le benzylbornéol ainsi préparé est un mélange de benzylbornéol et de benzylbornéol. Ils ont également préparé les benzyl- et phénylbornéols tertiaires, ou β , en faisant agir les composés organomagnésiens du chlorure de benzyle et du bromure de phényle sur le camphre. Ces corps ont pour formules :



Le premier distille de 169 à 170° sous 10 à 11 mm., tandis que le second passe de 137 à 138° sous 12 mm. et cristallise par refroidissement en aiguilles fondant à 40-41°. Ces deux alcools perdent facilement de l'eau quand on les traite par les acides formique ou acétique, ou par l'anhydride phthalique, en donnant les camphènes correspondants. Le β -benzylcamphène bout entre 150 et 160° sous 11 mm. et cristallise au sein de la glace en aiguilles fusibles à 24°. Indépendamment de ces cristaux, on sépare une huile incristallisable qui pourrait bien être un isomère. Quant au phénylcamphène β , il se présente sous la forme d'un liquide huileux, distillant de 138 à 141° sous 10 mm. Il ne peut avoir que la formule



— M. L. J. Simon, en poursuivant l'étude de la réaction de l'acide pyruvique sur l'uréthane :



à constaté que cette réaction est limitée par la réaction inverse à la manière d'une étherification, bien que l'acide produit soit insoluble dans l'eau. La vitesse de décomposition à la température ordinaire est voisine de 0 gr. 15 pour 100 d'eau par heure. La décomposition s'accroît avec l'élévation de température. À la température ordinaire, la limite est voisine de celle de l'étherification des éthers ou des acétals. Ce type de décomposition rappelle, par le nombre de molécules mises en jeu, la formation et la saponification des acétals. Il ne rappelle aucune réaction connue par le mode de liaison atomique des molécules intéressées. En solution alcoolique, la décomposition ne se produit pas et l'on peut, à l'aide de cette solution, préparer les sels de l'acide uréthane-pyruvique avec des bases telles que la phénylhydrazine, l'aniline, la paratoluidine; le sel de phénylhydrazine est soluble dans l'eau; il y subit, lentement à froid, rapidement si l'on chauffe, une décomposition qui met en liberté l'uréthane et qui provoque la précipitation de l'hydrazine pyruvique. Cette

expérience met bien en opposition la solubilité sans décomposition dans l'alcool avec la décomposition par l'eau de l'acide diuréthane-pyruvique. — M. M. Delépine a continué ses recherches sur l'attaque du platine par l'acide sulfurique à chaud. Il a aussi étudié l'attaque du platine iridié à 10°. Les deux métaux sont dissous en même temps. Si à la solution sulfurique on ajoute du sulfate d'ammonium et fait bouillir, le platine est précipité; l'iridium reste dissous et communique au liquide une couleur verte. Cette couleur verte passe au violet par ébullition avec l'acide nitrique. La solution verte contient les sels ammoniacaux de deux acides iridosulfuriques, l'un vert et l'autre brun. D'autre part, M. Delépine a aussi étudié le sel décrit par M. Lecoq de Boisbaudran comme sulfate d'iridium et de potassium. C'est aussi un sulfate complexe, ce qui porte à trois le nombre des acides complexes iridosulfuriques. Il montre les riches colorations des sels de ces acides et exécute quelques expériences démontant que l'acide sulfurique y est masqué. — M. A. Gautier, en son nom et en celui de M. P. Claussmann, montre que l'on peut doser de petites quantités d'oxyde de carbone par le passage du mélange gazeux sur l'anhydride iodique chauffé à 70°. L'oxyde de carbone mélangé à une grande proportion de gaz inerte n'est pas absorbé complètement par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique. En présence de gaz combustibles, hydrogène et carbures, et d'une quantité insuffisante d'oxygène pour les brûler, c'est l'oxyde de carbone qui reste maltéré.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Janvier 1906.

M. W. Burnside présente ses recherches sur le groupe simple d'ordre 23.920, envisagé entièrement au point de vue de la Géométrie projective. L'existence d'un groupe de collinéations de cet ordre n'est pas posée *a priori*, mais l'auteur montre qu'elle découle de l'existence d'une configuration remarquable de points, de lignes et de plans dans l'espace, reliée à un groupe moins complexe de collinéations de l'espace. La méthode employée est uniquement synthétique et constructive.

— M. T. H. Havelock étudie la double réfraction artificielle due à la distribution *ecototropique*, en appliquant ses résultats aux solutions colloïdales et aux champs magnétiques. Il considère la double réfraction dans les solutions colloïdales comme due à une déformation du milieu, consistant dans un changement de l'assemblage des particules colloïdales. Cette déformation peut être produite par des tensions mécaniques provenant de ce que ces solutions possèdent une certaine rigidité. Les effets observés présentent une grande analogie avec la double réfraction due à un champ magnétique. — M. R. C. Maclaurin communique ses recherches sur la réflexion métallique et l'influence de la couche de transition. 1° Dans la réflexion métallique, si la transition d'un milieu à l'autre est abrupte, l'incidence principale est toujours prise de l'angle quasi-polarisant et est donnée très approximativement par la formule $\text{Sec} \theta = M + M - 1 \quad 1 + 2 \cos 2 \alpha$. 2° Même lorsque grand soin est pris de nettoyer la surface du métal, la transition de celui-ci au milieu voisin est toujours graduelle, jamais abrupte. Ce fait s'accorde avec les recherches expérimentales et théoriques sur la réflexion par les substances transparentes comme le verre et le diamant; 3° L'influence de cette couche sur l'ellipticité de la lumière réfléchie et sur la différence de phase entre la lumière polarisée perpendiculairement et parallèlement au plan d'incidence s'étend sur une plus grande échelle que pour les substances transparentes; 4° L'épaisseur de la couche est à peu près du même ordre de grandeur que dans le cas des substances transparentes; 5° La couche affecte considérablement la position de l'incidence principale et aussi l'azimut principal; 6° Par suite, la déduction des constantes optiques d'un métal des seules observations de l'inci-

dence principale et de l'azimuth principal est sujette à une forte erreur; 7° Quatre constantes sont nécessaires pour représenter les propriétés optiques d'un réflecteur métallique, dont deux dépendent de la nature de la couche de transition; 8° Avec ces quatre constantes, on obtient un bon accord entre la théorie et l'expérience en ce qui concerne à la fois l'intensité de la lumière réfléchie et la différence de phase entre les lumières polarisées perpendiculairement et parallèlement au plan d'incidence. — **M. A. G. Greenhill** adresse ses études sur l'intégrale elliptique de la théorie électro-magnétique. — **M. J. Muir** présente ses recherches sur la surtension dans le fer par traction et compression. L'auteur a étudié un échantillon d'acier qui obéit à la loi de Hooke jusqu'à ce qu'un raccourcissement permanent soudain se produise à la charge de 21 1/2 tonnes par pouce carré; à cette charge, la lecture sur un extensomètre de compression d'Ewing varie de 241 à 2,900 sans que la charge augmente. Ce raccourcissement permanent au point de relâchement à la compression est pratiquement égal à l'extension au point de relâchement à la traction de la même matière. Un second essai de compression sur le même spécimen, après retour de la surtension de compression, montre que le point de relâchement à la compression s'est élevé en une fois de 4 tonnes par pouce carré. C'est approximativement la valeur dont le point de relâchement à la traction peut être élevé par la surtension à la traction. D'autres expériences ont été faites pour étudier comment se comporte à la compression l'acier préalablement soumis à une surtraction. Elles montrent que l'acier peut être trempé par une surtraction de façon à résister à des tensions supérieures à la fois à la traction et à la compression, quoique la substance ainsi rempée résiste toujours à une plus grande tension à la traction qu'à la compression. — **M. P. E. Shaw** présente une machine de mesure électrique pour les étalons de longueur à bords et autres corps semblables. Dans ses machines actuelles, l'étalon repose contre une des mâchoires fixe, de la machine, tandis que l'autre mâchoire se déplace au moyen d'une vis micrométrique jusqu'à ce qu'elle touche l'autre extrémité de l'étalon; le contact est indiqué par un dispositif mécanique variable. A ce procédé de contact mécanique, on peut provoquer des erreurs. L'auteur substitue, dans sa nouvelle machine, un procédé de contact électrique par une pointe, beaucoup plus sensible que l'ancienne méthode. — **M. A. Gray** décrit ses recherches sur l'alliage magnétique de Heusler (manganèse-aluminium-cuivre). Un des échantillons examinés contenait 26,5 % de Mn, 14,6 % d'Al et le reste de cuivre; l'intensité de magnétisation induite par un champ d'environ 8 unités C. G. S. était approximativement de 105. L'autre barreau contenait 16 % de Mn, 5 % d'Al, un peu de Pb et le reste de cuivre. Après avoir été tourné, ce barreau fut trouvé pratiquement non magnétique. On supposa que le chauffage et les vibrations qu'il avait subies pendant le tournage avaient détruit sa qualité magnétique, et l'on essaya de la restaurer par un traitement thermique. Après chauffage à 100° C. et refroidissement lent, il retenait une quantité considérable de magnétisme sous l'action d'un champ magnétique. L'immersion dans l'air liquide produit une légère augmentation de susceptibilité magnétique. Des chocs répétés à 100° produisent une réduction considérable du magnétisme résiduel, mais la leur originale fut restaurée en appliquant à nouveau un champ magnétique. Le chauffage à 400° C., suivi d'un refroidissement rapide par immersion dans l'eau froide, ramène l'alliage à l'état pratiquement non magnétique; dans cet état, l'immersion dans l'air liquide produit une augmentation de la susceptibilité magnétique. — **M. W. Spens** étudie la relation entre la pression osmotique et la tension de vapeur dans une solution concentrée. Il arrive à la relation: $Pv = sp \log p/p'$, où P est la pression osmotique, p' la tension de vapeur de la solution, p celle du solvant pur, s le

volume spécifique de la vapeur et v l'augmentation de volume d'une grande quantité de solution à une pression hydrostatique $P + p$ quand l'unité de masse du solvant y est ajoutée. Cette formule diffère de celle de Lord Berkeley et M. Hartley: $Pv = sp \log p/p'$ où n est le volume spécifique du solvant, par la substitution de v à n . La seconde peut se déduire de la première en supposant que la pression osmotique est indépendante de la pression hydrostatique du solvant. — **M. F. T. Trouton** et **M^{lle} B. Poole** présentent leurs recherches sur la pression de vapeur en équilibre avec des substances retenant des quantités variables d'humidité. Les substances employées sont d'abord desséchées en présence de l'air sur P_2O_5 et leur poids est déterminé. Puis elles sont exposées aux conditions atmosphériques ordinaires et leur poids observé de temps en temps, l'état hygrométrique de l'atmosphère étant déterminé simultanément. Tandis que le poids W d'humidité dans la substance reste le même, la quantité d'humidité dans l'air peut varier beaucoup, mais dans chaque cas le rapport hygrométrique (c'est-à-dire celui de la pression de vapeur p dans l'atmosphère à la pression de saturation P pour la même température) est le même; autrement dit, on a: $W = f(p/P)$. Les auteurs justifient cette formule par des considérations thermodynamiques. Ils arrivent également à la relation $\frac{W_1 - W_2}{100 - H} = \text{constante}$, où W_1 est le poids de la substance à l'état de saturation et W_2 le poids à l'état hygrométrique H , relation vérifiée par l'expérience. — **M. M. Wilderman** poursuit ses recherches sur les piles galvaniques produites par l'action de la lumière. Il donne de nouvelles preuves que la vitesse de réaction chimique et l'équilibre chimique dans les systèmes homogènes suivent, sous l'action de la lumière, la loi de l'action de masse. Il montre expérimentalement que la f. é. m. produite par la lumière dans les différents systèmes consiste en deux f. é. m.: l'une, créée par la lumière à température constante, est due à la variation du potentiel chimique; l'autre (f. é. m. thermique, produite simultanément par l'effet calorifique de la lumière, est due à la variation du potentiel chimique avec la température. Les phénomènes observés par Becquerel et Minchin ne sont pas des phénomènes superficiels, mais leur combinaison forme des piles galvaniques inconstantes sous l'action de la lumière. L'auteur expose ensuite la statique et la dynamique chimiques des piles constantes réversibles par rapport au cathode et à l'anode, et leur théorie physico-mathématique. — **M. H. Stansfeld** présente ses observations sur les pellicules de savon noires et grises décrites pour la première fois par Newton. On sait que Rucker et Reinold ont trouvé deux sortes de pellicules noires, dont l'une a une épaisseur double de l'autre. Les mesures de Johannot ont montré que l'épaisseur de la pellicule noire la plus épaisse est de 12 μ , après quoi elle s'abaisse soudainement à 6 μ dans la pellicule la plus mince. De l'examen de pellicules planes verticales en lumière réfléchie, l'auteur déduit que le passage abrupt du noir épais au noir mince s'observe facilement avec des pellicules provenant d'une solution d'oléate de soude dans l'eau. Il trouve ensuite que le passage d'un noir à l'autre n'est que le dernier et le plus frappant d'une série de changements analogues qui ont lieu quand une pellicule s'amincit. Le phénomène d'amincissement paraît être continu et graduel jusqu'à une épaisseur d'environ 100 μ ; ensuite, il est accompagné d'une série de variations brusques. Les photographies obtenues montrent les deux pellicules noires et trois stades entre la partie colorée de la pellicule et le noir le plus épais, stades que l'auteur appelle premier, second et troisième gris. L'auteur étudie encore diverses apparences qu'on peut observer sur les pellicules de savon (taches colorées, épaississements lenticulaires, etc.). — **M. W. T. Cooke** a étudié la façon dont se comportent l'argon et l'hélium à haute température vis-à-vis de divers élé-

ments. Quand un poids connu d'une substance est vaporisé dans un volume donné de gaz chimiquement inerte vis-à-vis de cette substance, on peut calculer la densité de la vapeur, connaissant la température finale et la pression du mélange gazeux. Mais, si le gaz et la substance se combinent totalement, le composé résultant aura, en général, une plus grande densité que celle de la vapeur de la substance. Par conséquent, de hautes valeurs de la densité peuvent être considérées comme indiquant une combinaison chimique, même si cette combinaison n'est que partielle. La méthode employée par l'auteur consiste donc à obtenir les valeurs des densités de divers éléments dans des gaz inertes (H, Az) et à comparer celles-ci aux valeurs trouvées dans le même appareil quand on prend comme gaz l'argon ou l'hélium. Des résultats obtenus, on déduit que le zinc et l'argon ont une tendance marquée à se combiner, la densité observée étant de 12 % plus élevée dans l'argon que dans l'azote; avec l'hélium, il n'y a pas de signe de combinaison. Le cadmium et l'argon ne présentent pas de tendance à se combiner, mais dans l'hélium la densité est de 12,4 %, plus haute que dans l'hydrogène. Pour le mercure, les valeurs sont très irrégulières; les valeurs moyennes montrent une tendance à la combinaison avec Ar et avec He. L'arsenic et le soufre n'ont aucune tendance à se combiner avec ces gaz, tandis que le sélénium en a une légère. — **M. W. Makower** a étudié l'effet des hautes températures sur l'émanation du radium. L'activité de l'émanation du radium en équilibre radioactif avec ses produits A, B et C est modifiée par chauffage au-dessus de 1.000° C.; l'effet augmente avec la température jusqu'à 1.200° C. et peut-être au-dessus. L'effet augmente avec le temps de chauffe pendant la première heure, mais un chauffage subséquent n'a plus d'action.

Séance du 1^{er} Février 1906.

M. J. A. Crow présente ses recherches sur la filtration des cristalloïdes et des colloïdes à travers la gélatine, et en particulier sur la façon dont se comportent les hémolysines : 1° Il est préférable d'employer des filtres de gélatine humides plutôt que des filtres partiellement secs, les premiers ayant des vitesses plus uniformes de filtration, et la dilution du filtrat par l'eau de la gélatine pouvant être en grande partie éliminée; 2° Sous une pression constante, la gélatine du filtre absorbe de l'eau et sa porosité diminue graduellement; par décompression, cette eau se dégage et la porosité originale reparaît rapidement; 3° La gélatine à une concentration définie a apparemment une perméabilité spécifique pour les différents cristalloïdes et colloïdes; la valeur est élevée, mais non maximum, pour les cristalloïdes tels que le chlorure de sodium, l'iodeure de potassium et l'acide butyrique; elle est basse, mais non nulle, pour les colloïdes tels que l'hydrate ferrique, le sérum et l'amidon soluble; 4° Pendant la filtration, les cristalloïdes passent avec une concentration qui augmente, tandis que celle des colloïdes diminue rapidement jusqu'à 0; 5° La filtration simultanée de deux substances peut influencer leurs perméabilités spécifiques; ainsi l'acide butyrique altère la perméabilité pour le sodium, et l'iode celle pour l'iodeure de potassium; 6° Les variations dans la gélatine influencent la perméabilité; ainsi la gélatine traitée par la formaldéhyde est moins perméable au chlorure de sodium que la gélatine ordinaire, et la gélatine à 15 % est moins perméable à la lysine du *Megatherium* que celle à 7,5 %; 7° Une variation dans la pression produit des changements remarquables dans la perméabilité. Une diminution soudaine de pression donne des filtrats fortement concentrés à la fois des cristalloïdes et des colloïdes, tandis qu'une diminution graduelle n'a pratiquement aucun effet; 8° Les substances qui colorent la gélatine, par exemple le rouge neutre et l'iode, donnent des filtrats à concentrations plus basses en diminuant la pression; 9° La vitesse de la filtration

est accélérée par l'alcool amylique et l'acide butyrique, qui accélèrent la vitesse de sédimentation des limons de la même façon; 10° Une partie du phénomène peut s'expliquer par l'hypothèse mécanique d'un blocage des pores de la gélatine, mais les relations chimiques entre la gélatine et les substances filtrées doivent être prises en considération, et probablement l'hypothèse la plus satisfaisante est que l'action de la gélatine sur les solutions éprouvées est essentiellement un phénomène d'absorption. — **MM. H. W. Armit et A. Harden** décrivent un procédé de détermination quantitative de petites quantités du nickel dans les substances organiques. La substance est soumise à l'incinération et à la calcination, qui détruit toute la matière organique, puis les cendres sont dissoutes dans HCl concentré. Le fer et les phosphates sont ensuite séparés, puis on traite par H₂S en solution chaude, et enfin dans le filtrat on précipite le nickel par la soude à l'état d'hydrate, qui est transformé en sesquioxyle par quelques gouttes de brome, puis filtré. Le précipité est redissous dans HCl et le nickel est dosé colorimétriquement par l'a-diméthylglyoxime, qui donne avec Ni une coloration écarlate en présence d'ammoniaque; on compare avec la coloration de solutions-types. On peut déceler jusqu'à 0,001 milligramme. — **M. N. Nieloux**, à propos de la récente communication de M. Armstrong sur l'action enzymatique, rappelle ses travaux sur la saponification des graisses par le cytoplasma des graines de ricin.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Mars 1906.

M. F. T. Trouton expose ses recherches sur la conductivité électrique unilatérale sur les surfaces humides. L'auteur a observé, depuis quelque temps déjà, une différence de résistance électrique suivant la direction dans laquelle passe un courant électrique sur une plaque de verre recouverte d'humidité. Si l'on fond sur une plaque de verre deux fils de platine parallèles à une certaine distance, reliés entre eux par une pile et un galvanomètre, puis qu'on refroidisse la plaque artificiellement, on commence à noter le passage du courant avant que le point de rosée soit atteint; c'est à cet état que se produit l'anomalie de résistance. En faisant passer un courant à travers une plaque de verre exposée aux conditions atmosphériques ordinaires, on observe qu'il diminue jusqu'à une valeur minimum, la résistance augmentant, valeur qui dépend de l'état hygrométrique de l'air. En renversant le sens du courant, il reprend sa valeur originale, puis recommence à diminuer comme avant. Ces effets ne sont pas dus à quelque chose d'analogue à la polarisation ordinaire; l'auteur les attribue à un transport de l'humidité sur la plaque par le courant. — **M. J. A. Fleming**: Construction et emploi de soupapes oscillantes pour rectifier les courants électriques de haute fréquence. L'auteur rappelle le phénomène suivant, qu'il a découvert en 1904: si le filament de carbone d'une lampe électrique à incandescence est entouré d'un cylindre métallique relié à une borne isolée par un fil scellé à travers le globe, et si le filament est rendu incandescent par une batterie isolée, il se produit entre la borne isolée et le pôle négatif une conductivité unilatérale, de l'électricité négative passant du filament au cylindre métallique et ne pouvant circuler en sens inverse. Cette conductivité peut être employée à rectifier des courants alternatifs, et elle agit même pour des courants de haute fréquence, puisque la soupape ainsi créée sert à rendre des oscillations électriques mesurables par un galvanomètre ordinaire sensible. L'auteur présente des soupapes construites sur ce principe et indique leurs principaux usages. Placée en série avec un galvanomètre dans le circuit d'une bobine de fil induite à distance par des oscillations créées dans un autre circuit, cette soupape donne des indications intéressantes sur l'amortissement dans le circuit primaire. La soupape sert aussi à

montrer l'action protectrice de minces feuilles métalliques placées entre des circuits d'oscillation primaire et secondaire. Enfin, elle peut être utilisée comme détecteur d'onde en télégraphie sans fil. — **M. G. B. Dyke** étudie l'adaptation du *cymomètre à lecture directe* à la détermination des courbes de résonance et à la détermination des décrets logarithmiques des trains d'onde et de la résistance des étincelles oscillantes. Une forme spéciale d'amplificateur à fil chaud est introduite dans le circuit du cymomètre, pour permettre d'observer le courant dans toute position de l'instrument.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 13 Mars 1906.

MM. W. A. Bone et **G. W. Andrew** ont constaté que la présence de vapeur d'eau n'est pas essentielle pour la combustion d'un hydrocarbure. Le degré de dessiccation qui empêche presque la combinaison de O et H à 525° ne retarde pas d'une façon appréciable l'oxydation de l'éthylène. L'oxygène est donc directement actif. — **MM. W. A. Bone** et **J. Drugman** concluent d'une série d'expériences sur la combustion explosive des hydrocarbures qu'il n'y a pas de différence essentielle entre la combustion lente et rapide d'un hydrocarbure, et que la combustion explosive a lieu probablement avec formation initiale de molécules hydroxylées instables, qui subissent ultérieurement une décomposition thermique en produits plus simples. La combustion explosive des systèmes C_nH_{2n+2} diffère beaucoup suivant qu'il s'agit de paraffines ou d'oléfines : dans le premier cas, il y a séparation de carbone et formation de beaucoup de vapeur, tandis que dans le second il n'y a pas séparation de vapeur et les produits refroidis consistent presque uniquement en CO et H₂. — **M. P. Haas** a reconnu que le gaz recueilli sur KOH dans un nitromètre de Schiff, pendant la détermination de l'azote par la méthode absolue, renferme du méthane dans un grand nombre de cas; on fait disparaître cette cause d'erreur en remplaçant l'oxyde de cuivre ordinairement employé par le chromate de plomb, qui oxyde tout le méthane. — **M. P. W. Robertson** a observé que les hydrocarbures et leurs dérivés halogénés se caractérisent en solution phénolique par leur faible dépression moléculaire du point de congélation, phénomène qui paraît intimement relié à l'association du solvant. Le benzène forme une solution solide à 33 % dans le phénol. — **M. A. F. Joseph** a étudié l'action quantitative de HCl sur les nitrates de Na, K et Sr, et celle de $HAzO_3$ sur les chlorures correspondants. Un équivalent du sel en solution aqueuse est mélangé avec x équivalents de l'acide; le mélange est évaporé à siccité au bain-marie, et l'on détermine la proportion de Cl dans le résidu. Si la quantité de sel transformé est y, on a : $y = a \log^{10} x + b$ pour une série considérable de valeurs de x (a et b étant des constantes dépendant du sel et de l'acide employés). — **MM. C. L. Jackson** et **L. Clarke** ont préparé divers composés d'addition des arylamines avec des dérivés nitrés aromatiques : 4 : 6-dibromo-1 : 3-dinitrobenzène-diméthylaniline, prismes rouges fondant à 50°; 4-chloro-1 : 3 : 5-tribromo-2 : 6-dinitrobenzène-diméthylaniline, aiguilles jaunes, F. 103°; s-trichlorotri-nitrobenzène-méthylaniline, tables rouges, F. 78°; trinitrotoluène-p-toluidine, aiguilles rouges, F. 68°, etc. — **MM. J. J. Sudborough** et **N. Picton** ont étudié l'influence des substituants dans la molécule du trinitrobenzène sur la formation de composés d'addition avec les arylamines. L'introduction de trois groupes méthyle, de deux groupes méthoxy ou de 3 Br empêche toute addition. — **MM. A. W. Stewart** et **E. C. C. Baly** poursuivent sur les quinones leurs recherches sur les rapports entre le spectre d'absorption et la constitution chimique. Ils concluent que la benzoquinone existe presque entièrement sous la forme quinonoïde; la toluquinone, quoique de constitution analogue, possède certaines caractéristiques du benzène et vibre

probablement d'une manière analogue à celle de la molécule du benzène. La chlorobenzoquinone, quoique possédant certaines propriétés quinonoïdes, est dans un état de vibration qui se rapproche encore plus des mouvements intra-moléculaires du benzène. La trichlorobenzoquinone est tout à fait voisine du benzène. — **M. J. Hawthorne** a étudié l'influence de la base et celle du radical acide du thiocyanate dans les réactions des acylthiocyanates sur les bases. L'o-toluidine cause une grande augmentation des fonctions thiocar-bimiques de l'acétylthiocyanate sur les fonctions thiocyaniques comparée à l'aniline; vis-à-vis de l'aniline, les thiocyanates d'acétyle et de propionyle se comportent presque de même. — **MM. H. Rogerson** et **J. F. Thorpe**, en condensant le cyanoacétate d'éthyle sodé avec l'oxalacétate d'éthyle, ont obtenu l'ac-cyanoac-onitate d'éthyle, qui, par hydrolyse acide, donne l'acide acétonique, et par hydrolyse alcaline l'acide citrazinique. — **MM. S. Smiles** et **R. Le Rossignol**, en faisant réagir le chlorure de thionyle sur le phénol en présence d' $AlCl_3$, ont obtenu le p-phénylsulf-oxyle et le chlorure de triphénylsulfonium. Les bases sulfonium aromatiques se préparent encore : 1° par l'action d'un sulfoxyde sur un phénol en présence d'un déshydratant; 2° par l'action d'un acide sulfonique sur un phénol en présence d' H_2SO_4 concentré. — **M. A. E. Hill** décrit une nouvelle forme de tube à chlorure de calcium pour combustion. — **M. A. E. Dunstan** a trouvé que, pour les mélanges liquides à composants unimoléculaires, la courbe de viscosité générale est concave vers l'axe des compositions en pour cent, par suite de l'effet réciproque de chaque liquide sur l'autre. Les angles de dépression qui mesurent ces effets mutuels sont, en général, proportion-nels au poids moléculaire du liquide; l'angle externe entre la courbe et l'axe de viscosité est aussi proportion-nel au poids moléculaire du liquide. — **M. S. Ruhemann** poursuit l'étude des composés résultant de l'action du chlorure de phénylpropionyle sur les composés cétoniques.

Séance du 30 Mars 1906.

Séance générale annuelle. La Société procède au renouvellement de son bureau, qui est ainsi constitué :

Président : **M. R. Meldola**;

Vice-présidents : Tous les anciens présidents et **MM. H. T. Brown**, **H. B. Dixon**, **R. Messel**, **W. H. Perkin jun.**, **A. Smithells** et **W. P. Wynne**;

Trésorier : **M. A. Scott**;

Secrétaires : **MM. O. Forster** et **A. W. Crossley**;

Secrétaire étranger : **Sir William Ramsay**.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 13 Mars 1906.

M. J. R. O'Shaughnessy indique une méthode simple pour juger de l'efficacité d'une installation de purification des eaux d'égouts. Elle consiste à déterminer, pour des échantillons d'eau pris à la rivière au-dessus et au-dessous du point de décharge des eaux d'égouts purifiées, la tendance à la putréfaction, donnée par la quantité d'oxygène absorbée en trois minutes avant et après incubation. Si la tendance est moindre au-dessous du point de décharge, la purification peut être considérée comme bonne.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 14 Mars 1906.

M. J. K. Smith présente ses recherches relatives à l'influence du vanadium sur les qualités de l'acier, qui l'ont conduit à créer cinq types d'acier au chrome et au vanadium, possédant chacun des propriétés spéciales qui trouvent leur application dans diverses

industries. L'auteur décrit, en outre, une méthode de détermination du vanadium dans l'acier.

SECTION DE LONDRES

Séance du 2 Avril 1906.

M. E. J. Watkins présente ses recherches sur la viscosité de la farine et du pain et les moyens de la prévenir, la viscosité du pain est produite par des variétés du *Bacillus mesentericus* de Flügge. Le bacille est introduit dans la pâte par le moyen de la farine, où il existe souvent en grande quantité, provenant probablement des enveloppes du son. Ce bacille est une espèce sporogène prolifique, les spores étant capables de résister à de hautes températures pendant des périodes prolongées. Une fois présent dans la pâte, le développement du bacille, quand le pain a été fabriqué, dépend en partie de la réaction du pain et en partie des conditions atmosphériques. Le pain est toujours faiblement acide comme réaction, mais insuffisamment pour prévenir naturellement le développement et la propagation de la viscosité; mais, si l'acidité est augmentée par l'addition de faibles quantités d'acide acétique à la pâte, le développement peut-être empêché. Une basse température et la sécheresse de l'endroit où l'on conserve le pain tendent à supprimer le développement, mais la température maximum de 18° C. ne peut être surpassée sans de grands risques. Quand une fournée de pain est trouvée filante, toute la farine en magasin doit être analysée, de façon à localiser la partie infectée. Celle-ci est isolée et travaillée dans les conditions les plus défavorables au développement du bacille, ou conservée jusqu'aux mois les plus froids de l'année.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 2 Mars 1906.

M. W. S. Williams a étudié l'emploi des composés de l'antimoine comme agents fixateurs de l'acide tannique sur les fibres végétales. Il a reconnu que le pouvoir fixateur dépend de la quantité d'oxyde d'antimoine que ces composés contiennent. Le fluorure double d'antimoine et de sodium, l'oxalate et les lactates de Sb sont les plus aisément hydrolysés; l'acide mis en liberté ne nuit pas à la fixation, même HF.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 28 Mars 1906.

M. H. S. Garry expose la question de la dépréciation des installations et de la machinerie dans les industries chimiques. La tendance actuelle est d'allouer pour la dépréciation une provision beaucoup plus forte qu'on ne l'estimait autrefois nécessaire.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 8 Mars 1906.

M. Klein présente une Note de M. Baumhauer, professeur à l'Université de Fribourg (Suisse), sur les cristaux composés du rutile et du fer oligiste. A l'inverse de l'opinion jusqu'ici adoptée que, dans les cristaux composés, les axes principaux du rutile sont parallèles aux axes intermédiaires du fer oligiste, l'auteur fait voir que les prismes de rutile forment avec la direction de ces axes un angle aigu, qui, semble-t-il, est constamment égal à 2° 10'. Aussi, il y aurait six positions différentes, au lieu de trois, dans lesquelles les rutiles se combinaient au fer oligiste. Ces positions, bien que ne se prêtant point à une définition cristallonomique exacte, font supposer que le rutile subit, pour ainsi dire, une attraction double de la part du fer oligiste, par suite de laquelle il occupe une position intermédiaire entre celle qu'on lui attribuait jusqu'ici et une autre position dans laquelle une arête polaire de P.H.H. serait parallèle à un axe intermédiaire du fer oligiste.

Séance du 15 Mars 1906.

M. Vogel présente un Mémoire sur les télescopes à miroir à foyer relativement court. L'auteur y fait remarquer les grands progrès dus aux perfectionnements des télescopes à miroir aussi bien que des réfracteurs. Bien que ces derniers soient en toute probabilité destinés à l'emporter sur les télescopes à miroir, ceux-ci ont rendu dans ces derniers temps des services tout particulièrement précieux pour l'observation des nébuleuses et des ensembles d'étoiles de peu d'étendue, grâce surtout à l'application de la photographie. Un autre progrès est dû aux efforts récents pour construire des surfaces spéculaires aussi parfaites que possible, en leur donnant, au lieu de celle d'une surface sphérique, la forme d'un paraboloïde de rotation, produisant, au moins dans l'axe même, une combinaison des rayons aussi parfaite que possible, et plus satisfaisante au voisinage de cet axe que dans le cas des surfaces sphériques, où les images sont déformées même dans l'axe par suite de l'aberration de sphéricité. C'est ainsi qu'on a dû agrandir le rapport de l'ouverture à la distance focale, augmentant par là dans des proportions énormes la puissance lumineuse des images. L'auteur vient de faire construire par M. B. Schmidt, à Mittweida, un miroir d'une ouverture de 41 centimètres et d'une distance focale de 93 centimètres seulement, qu'il a étudié avec beaucoup de soins et qui vient de lui donner des résultats très satisfaisants à l'Observatoire d'Astrophysique de Potsdam.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 15 Février 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. S. Kreutz a constaté que la formation des macles a une influence sur la croissance des cristaux de calcite. On observe une augmentation de croissance le long du plan de macle lorsqu'il correspond à une surface cristalline possible (plan moléculaire). — M. G. Tschermak, poursuivant ses recherches sur les silicates, a préparé les acides orthosilicique H_2SiO_4 , métasilicique H_2SiO_3 , pectolithique $H_2Si_2O_7$ et granitique $H_2Si_2O_5$. L'olivine Mg_2SiO_4 est un métasilicate, car elle donne par décomposition de l'acide métasilicique; la willemite et la monticellite sont des orthosilicates. La wollastonite est un trisilicate $Ca_3Si_3O_{10}$. Le grossulaire dérive de l'acide granitique et a la composition $Si_3CaO_{10}Ca$, l'alumine jouant le rôle d'un acide; l'épidote, la zoisite et la préhnite dérivent du même acide. — M. C. Bruckner a étudié l'action de l'iode sur les sulfates d'oxyde et d'oxydure de mercure; dans la première phase, il se forme un iodure, qui réagit ensuite sur le reste du sulfate pour donner des composés d'ordre supérieur. — M. A. Kosschegg a constaté que la base indolique qui dérive de la *p*-tolylhydrazone de l'isopropylméthylketone est une base secondaire. Par l'action de CH_3I , elle donne une nouvelle base, analogue à la base de Fischer.

2° SCIENCES NATURELLES. — M^{lle} O. Rollett a reconnu que les cultures de vibrations du choléra retirées de l'exsudat péritonéal des animaux infectés sont beaucoup plus virulentes que les cultures provenant du sang du cœur. — M^{lle} O. Steindler a étudié la sensibilité à la couleur de l'œil normal et aveugle aux couleurs. Dans l'œil normal, il y a quatre points de plus grande sensibilité aux couleurs. Les résultats concordent bien avec les déductions de la théorie de Young-Helmholtz. — M. E. von Marenzeller a déterminé les coraux littoraux recueillis par l'Expédition de la *Pola* dans la Mer Rouge.

Séance du 22 Février 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Wassmuth : Sur la détermination des variations thermiques τ du module d'élasticité E des métaux d'après les variations de la température τ dans la déformation régulière des barreaux. L'auteur arrive aux conclusions

suivantes : 1° La méthode qui consiste à déterminer

$$\epsilon = \frac{1}{E} \frac{dE}{dT}$$

d'après τ donne pour ϵ des valeurs qui sont constantes aux erreurs d'observation près ; 2° Quand, pour de fortes déformations, on observe un abaissement de ϵ , cela provient de ce que les limites de l'élasticité parfaite ont été dépassées ; 3° Dans certaines limites, la règle des mélanges appliquée aux ϵ se vérifie pour les alliages Zn-Cu ; 4° Le développement du potentiel thermodynamique des corps élastiques donné par Voigt est confirmé par ces expériences. — M. P. et M^{lle} T. Ehrenfest montrent que les bases d'un théorème sur l'augmentation d'entropie donné par Gibbs dans sa « Mécanique statique » sont fausses. — M. F. von Lerch : Séparation du radium C et du radium B. — M^{lle} L. Meitner montre, par des expériences sur un onguent au mercure, l'applicabilité de la formule de Maxwell pour la conductibilité électrique des corps inhomogènes à la conductibilité calorifique. — M. H. Knoll déduit d'expériences sur la dispersion de l'électricité dans les caves qu'à côté des ions ayant une vitesse de 1,5 cm. par seconde dans un champ de 1 volt-cm. il existe des ions plus lents qui jouent un rôle important.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Wiesner a étudié les besoins de lumière de diverses espèces de géraniums en fleurs ; les expériences ont été faites pendant l'été et l'automne 1903 à Fiesach en Carinthie, à une altitude de 650 mètres. Le maximum du besoin relatif de lumière est égal à 1 pour les *G. pratense* et *G. palustre* ; il est un peu moindre pour les *G. plenum* et *Robertianum*. Les minima sont de 1/6, 1/14, 1/18 et 1/25. — M. G. Geyer communique les dernières observations géologiques sur le percement du tunnel de Bosruck.

Séance du 8 Mars 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Benndorff donne les expressions de la répartition du potentiel, de la force et des densités quand un ellipsoïde orienté d'une façon quelconque et possédant une charge propre est induit par un champ électrique homogène. — Le même auteur étudie une série de perturbations du champ terrestre normal, telles qu'elles sont produites par des corps (ballons, tiges, tours, collecteurs) ayant approximativement une forme ellipsoïdale, et utilise à cet effet les résultats du mémoire précédent. Pour un ballon de 24 m. de hauteur et 16 m. de diamètre, la perturbation est nulle à 8-10 m. au-dessous de la nacelle. Une tige produit une perturbation du champ normal allant de 3 à 1 %, quand on est éloigné du pied de la tige d'une distance allant de sa hauteur au double de sa hauteur. — M. V. von Lang communique ses recherches sur le champ tournant électrostatique. Il complète la méthode d'Arno (qui produit un champ tournant au moyen d'un courant alternatif monophasé) par une méthode générale due à Gôrges, qui permet d'uniformiser le champ tournant dans tout son développement. L'étude des rotations des isolateurs suspendus dans des liquides a montré une rotation renversée dans trois d'entre eux : éther, chloroforme et xylène. — M. H. Meyer, en faisant agir les alcoolates de sodium sur la γ -chloroquinoline, a obtenu les éthers oxygénés de la kynurine, lesquels, par chauffage à une température convenable, se transforment dans leurs isomères, les éthers azotés. La méthoxykynurine fond à 31°, l'az-méthylkynurine à 143°. — M. J. Zellner a poursuivi ses recherches chimiques sur le champignon des mouches (*Ananias muscaria*). L'extrait aqueux renferme principalement des hydrates de carbone amorphes, puis des substances azotées différentes des albuminoïdes et des peptones, enfin de la xanthine. — Le même auteur a constaté que toutes les graisses extraites des champignons contiennent beaucoup d'acides gras libres, ce qui prouve la présence d'un ferment lipolytique. La

présence d'acides gras se décèle déjà dans la plante fraîche et augmente par la dessiccation. On peut provoquer, par la poudre de champignon, l'hydrolyse lente d'autres graisses, comme l'huile de navette ; ce pouvoir fermentatif est détruit par chauffage à 110° ou action du sublimé. — M. A. Nestler a constaté que la sécrétion des glandes des parois de séparation des fruits de *Capsicum annuum* renferme, outre la capsaïcine, une huile qui se prête à la production des formes mycologiques après addition d'ammoniaque ; elle paraît être riche en acide oléique. D'autre part, il a trouvé, dans les parois supérieures de séparation incomplètement formées des fruits secs de *Capsicum*, des cristaux qui ont toutes les réactions microchimiques des cristaux d'albumine.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. V. Apfelbeck donne quelques renseignements sur les résultats de son expédition zoologique au Monténégro et en Albanie.

Séance du 13 Mars 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Janmann explique les actions spéciales du mouvement du milieu dans le champ électromagnétique par l'hypothèse suivante : Le mouvement n'a aucune influence directe sur les phénomènes électromagnétiques ; il agit seulement en provoquant une déformation du milieu, qui modifie la conductibilité de celui-ci, ce qui explique tous les phénomènes observés. — M. A. Kirpal, en faisant réagir l'alcool méthylique sur l'anhydride quinoléique, a obtenu principalement l'éther α -méthylique de l'acide quinoléique et de petites quantités de son isomère β .

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. E. Finger et K. Landsteiner : Recherches sur la syphilis chez les singes II. — M. W. Friedberg a étudié le Miocène des terrains bas de Neumarkt en Galicie. Il le considère comme appartenant au Tortonien, son niveau assez élevé montre que les Karpathes ont encore subi des mouvements importants après cette période.

Séance du 22 Mars 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Pauksch a étudié la façon dont se comportent les tissus des plantes au point de vue magnétique. La plupart sont diamagnétiques, mais il en existe de paramagnétiques ; leur façon de se comporter dépend de la teneur en eau, de la structure cellulaire et de la teneur en fer. Les tissus riches en fer sont souvent diamagnétiques, mais ils peuvent être paramagnétiques ; cela dépend probablement de la forme sous laquelle le fer s'y trouve. Les tissus possèdent des axes magnétiques qui coïncident avec les axes géométriques principaux des cellules. — M. J. Mauthner, par l'action du HCl sur la cholestérine, le chlorure de cholestéryle et le cholestène, a obtenu : le chlorocholestanol, $C^{27}H^{47}ClO$, d'où l'on revient à la cholestérine par traitement avec KOH ; le β -dichlorocholestanol, $C^{27}H^{45}Cl_2$; le chlorocholestanol, $C^{27}H^{45}Cl$. — M. A. Kirpal a obtenu, par condensation du chlorure de l'acide α -oxyntérique avec le benzène, l' α -oxy- β -phénylpyridylcétone, identique à celle qu'on prépare avec l'acide benzoylpyridine-carbonique ; ce dernier est donc bien l'acide β -benzoylpyridique.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. R. Popper a constaté que l'action des injections d'extrait de thymus est attribuable à la production de coagulations intra-vasculaires ; si l'on empêche celles-ci de se produire, les autres effets des injections de thymus disparaissent aussi. — M. L. von Lorenz a étudié les bouquetins de l'Asie centrale d'après les crânes et les peaux rapportés par M. von Almasy de son voyage au Tian-chen. Toutes les formes sont des sous-espèces du *Capra sibirica* Meyer. — M. H. Rebel décrit un nouveau genre et espèce de Psychide, l'*Auchmophila kordofensis*, rapporté du Soudan égyptien par F. Werner. — M. A. Grund : Le problème de la géomorphologie au bord des domaines desséchés.

L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 31 Mars 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. P. H. Schoute : Sur une série particulière de quadriques à huit points et huit plans tangents communs. Le lieu des deux transversales communes des quadruplets de rayons correspondants de quatre faisceaux de rayons projectifs est une surface réglée S^8 , admettant une courbe double de l'ordre 18. Si les faisceaux contiennent un, deux, trois ou un nombre infini de quadruplets hyperboliques, cette surface dégénère en une quadrique et une surface S^8 (courbe double d'ordre 9), en deux quadriques et une surface S^4 (cubique gauche double), en quatre quadriques, ou elle devient indéterminée (est remplacée par une série de quadriques). Etude du cas particulier où les surfaces du dernier cas admettent un même tétraèdre antipolaire, passent par un point commun et touchent un même plan contenant ce point; alors la série (3,6,3) de quadriques admet huit points et huit plans tangents de base et forme donc l'intersection de deux réseaux de quadriques, un réseau ponctuel et un réseau tangentiel. — M. J. C. Kapteyn présente au nom de M. W. de Sitter : Sur les plans des orbites des satellites de Jupiter. Aperçu des résultats d'une étude qui paraîtra in-extenso dans les *Annals of the Observatory at the Cape of Good Hope*, basée sur des observations faites à l'Observatoire de Cape-town, consistant en : 1^{re} observations héliométriques de 1891, par MM. Gill et Finlay; 2^{de} plaques photographiques de 1891; 3^{de} observations héliométriques de 1901 et 1902 par M. Cookson; 4^{de} plaques photographiques de 1903 et 1904. L'auteur s'est proposé exclusivement la détermination des inclinaisons et des nœuds des orbites, et le mouvement de ces nœuds; la connaissance de ces quantités est d'une grande importance, parce qu'elles permettent de rattacher aux observations le mouvement considérable des nœuds, exigé par la théorie et dont l'aplatissement de la planète est la cause principale.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Zeeman présente au nom de M. F. M. Jaeger : Une deduction géométrique simple des relations reliant entre elles les quantités observées et cherchées figurant dans la méthode de détermination de la conduction de la chaleur par les cristaux, due à M. W. Voigt. Il s'agit de l'angle ε entre deux isothermes à la frontière d'un cristal jumeau artificiel dont les directions principales font un angle donné φ avec la frontière, le courant de chaleur se propageant le long de cette ligne. Pour $\varphi = 45^\circ$, l'auteur déduit par la géométrie la relation $2\lambda_1\lambda_2 \tan \varepsilon = \lambda_1^2 - \lambda_2^2$, où λ_1, λ_2 sont les indices de conduction dans les directions principales. Chemin faisant, il trouve que, dans les cristaux, les isothermes ne sont pas en général normales à la direction du courant de chaleur, ce qui arrive toujours dans le cas des axes thermiques principaux. — M. J. D. van der Waals présente, au nom de M. J. W. Giltay : Recherches expérimentales sur la téléphonie double à l'aide de sons continus. Sont nommés rapporteurs : MM. H. Haga et W. H. Julius.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. L. Bolck : Relation entre les formules dentaires des *Primates platyrrhiniens* et *katarrhiniens*. D'après l'auteur, le système dentaire platyrrhinien :

I_1	I_2	C	P_1	P_2	P_3	M_1	M_2	M_3
i_1	i_2	c	m_1	m_2	m_3	M_1	M_2	M_3
I_1	I_2	C	P_1	P_2	P_3	M_1	M_2	M_3

s'est transformé dans le système dentaire katarrhinien :

I_1	I_2	C	P_1	P_2	P_3	M_1	M_2	M_3
i_1	i_2	c	m_1	m_2	m_3	M_1	M_2	M_3
I_1	I_2	C	P_1	P_2	P_3	M_1	M_2	M_3

où les crochets renferment des dents réduites. Cette différenciation semble, quoiqu'elle soit assez compliquée, s'accorder le mieux avec les observations. — M. H. Zwaardemaker : L'intensité des excitations de réflexes les plus faibles, d'après les expériences de M. D. I. A. van Reekum. Irritations chimique, thermique, mécanique et électrique sur la peau et les nerfs d'animaux d'expérience. Conclusions : Les valeurs minima perceptibles des excitations de réflexes différentes sont très divergentes. Ainsi, le même effet sur la peau de grenouille correspond à une excitation électrique de $3,15 \times 10^{-4}$ ergs, à une excitation mécanique de 212 ergs, à une excitation thermique de 11,5 mégacergs et à une excitation chimique de 57 mégacergs. Donc l'irritation électrique est la plus efficace. L'effet s'agrandit quand on applique l'irritation à la racine lombale postérieure de la grenouille. Alors 3×10^{-6} ergs donnent encore un réflexe typique, ce qui s'approche des excitations les plus faibles chez les sens (excitations de la lumière entre 1×10^{-10} et 6×10^{-10} , du son entre $0,3 \times 10^{-8}$ et 1×10^5). Les résultats se rapportant à la grenouille s'appliquent aussi aux mammifères. A l'aide d'une excitation centrale de $0,17 \times 10^{-4}$ ergs du nerf vague, on provoque encore une modification très marquée de la respiration, une valeur quelquefois plus petite produisant encore une accélération évidente de la respiration. Les excitations de réflexes minimales offrent aussi dans ce cas une valeur limite de l'ordre de 1×10^{-6} ergs. — M. J. W. Moll présente au nom de M. W. Burck : Sur les plantes offrant à l'état actuel le caractère de races intermédiaires dans le sens de la théorie de mutation. Des recherches sur les causes de la « cléistogamie » ont appris à l'auteur que : 1^{re} les plantes à fleurs fermées dérivent des plantes à fleurs chasmogames par mutation; 2^{de} elles se présentent dans la nature en partie comme des variétés constantes, en partie comme des races intermédiaires. Cette étude conduit à se demander si d'autres plantes sauvages ne présentent pas peut-être le caractère de races intermédiaires. L'auteur a cherché des soutiens pour cette opinion, d'abord dans la culture de l'espèce gynodioïque *Satureja hortensis*, puis dans une comparaison des différentes formes sous lesquelles se présente une même espèce d'Ombellifères, quant au nombre des fleurs mâles par rapport à celui des fleurs dioïques et quant à la position de ces fleurs mâles aux axes principal et accessoires. Dans le commencement de la période de floraison, le *Satureja hortensis* ne présente que des fleurs dioïques; ensuite, quand la plante est plus vigoureuse, elle engendre quelques fleurs femelles en proportion croissante jusqu'à un maximum déterminé; à la fin de la floraison, elle ne produit que des fleurs dioïques. Donc ces fleurs femelles suivent la loi de périodicité. Ensuite, l'auteur communique en détail les résultats de son étude sur plusieurs espèces d'Ombellifères. — M. A. A. W. Hubrecht présente, au nom de M. H. Strahl (de Giessen) : *Der Uterus von Erinaceus europaeus L. nach dem Wurf*. Par rapport à l'involution puerpérale de l'utérus, le hémorrhage occupe une position intermédiaire entre les Rongeurs et les Carnivores. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen présente, au nom de M. J. Löré : « De geologische bouw der Geldersche Vallei benevens Beschryving van eenige nieuwe Grondboringen in de structuur geologische de la « Geldersche vallei », suivie d'une description de quelques nouveaux pécements du sol. Sont nommés rapporteurs MM. J. M. van Bemmelen et G. van Dienen.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Double parhélie. — Dans un air calme, les faces latérales des prismes aciculaires et les bases des lames hexagonales des cristaux de glace se disposent naturellement suivant la verticale. Les réflexions sur toutes ces faces, et les réfractions dans les dièdres qu'elles forment entre elles, donnent lieu à une série d'images disposées sur un cercle horizontal qui passe par le Soleil et que l'on appelait autrefois l'*Almican-tarat* solaire : c'est le *cercle parhélitique* ordinaire, sur lequel il peut exister certains points de concentration de lumière qui déterminent le phénomène des *faux Soleils*.

Ce parhélie de 22° est muni d'une queue et, à mesure que la hauteur du Soleil augmente, l'écart croît constamment entre ce parhélie et le halo correspondant, en même temps que son éclat s'affaiblit et que l'étendue de la queue diminue.

Mais il existe aussi un parhélie de 46°, variant comme le précédent, visible auprès des branches latérales d'un halo incomplet.

On a fourni trois explications possibles pour ce second phénomène, assez rare, généralement de faible éclat, et l'observation ne permet guère, jusqu'à présent, de décider sa véritable origine, car il faudrait pouvoir suivre sa déformation avec une assez grande précision : c'est pourquoi, du moins, il est intéressant de mentionner les observations précises.

Or, M. A.-C. Nell vient précisément de donner une relation détaillée de l'observation d'un parhélie double faite, le 13 février 1906, par M. A. Bracke, entre Mons et Nimy. L'observateur a fait, en outre, une aquarelle pour représenter cette apparition : les phénomènes sont particulièrement beaux et très lumineux ; rien d'anormal ou d'imprévu n'est signalé et ne peut déceler l'explication définitive du phénomène, mais c'est néanmoins un très bon document où les données sont complètes, y compris les apparences nuageuses très détaillées.

Remarquons que, dans ce cas, comme dans l'observation de M. C.-W. Illsink, du 8 décembre 1902, toute trace de halo de 22° était invisible.

Lectures sur une lunette méridienne à deux cercles. — Les recherches de haute précision entreprises à l'Observatoire de Paris ont posé à l'observateur quelques problèmes intéressants. Ainsi, on a été conduit à se demander si, dans les lunettes pourvues de deux cercles divisés, les angles de rotation mesurés simultanément aux deux cercles s'accordent rigoureusement ou présentent une différence systématique. Sur l'instrument de cette nature qui existe à Besançon, M. Paul Bruck a fait des expériences pour élucider cette question : elles conduisent à affirmer l'égalité rigoureuse des angles. Les observations antérieures n'avaient jamais manifesté de discordance, mais il n'était pas inutile de porter une attention spéciale sur ce point, avec élimination soignée de toute cause d'erreur aux lectures. Les principales sont le défaut de mise au point et le mauvais éclairage : l'instrument utilisé datant d'une vingtaine d'années, la surface du limbe des cercles est quelque peu altérée par places, mais les divisions ont conservé leur netteté. Il n'a pas toujours été possible de faire disparaître les raies lumineuses qui encadrent parfois le trait noir de la division : ce qui, d'ailleurs, ne semble pas exercer d'influence fâcheuse sur les pointés. Pour la précision, il est essentiel d'avoir un trait noir terminé bien nettement, et non estompé sur les bords.

Un autre point important, c'est la propriété des verres. Rien ne gêne l'observateur comme le trouble des images causé par un verre qui n'est pas très net, et il ne faut pas hésiter à essuyer les oculaires à chaque série d'observations.

Dans toute recherche de précision, on sera amené à vérifier les erreurs des traits employés, qui sont en général peu nombreux. C'est ce qu'a fait M. Renan dans ses minutieuses observations sur la recherche des latitudes : il utilise ingénieusement un double microscope permettant de pointer deux traits distants de 1°, et il serait désirable que tout observateur eût à sa disposition un couple de pareils microscopes.

Les déterminations de M. Bruck ont été, à son sens, insuffisantes pour la révision précise des erreurs des traits de son instrument ; mais elles apportent une intéressante contribution aux mesures de haute précision que l'on désire effectuer avec une lunette à deux

¹ Bull. de la Soc. belge d'Astronomie, p. 152, 1906.

cercles, et précisent heureusement les précautions et les conditions d'observation.

§ 2. — Météorologie

Marche annuelle de la température. — M. J. Loisel, de l'Observatoire de Juvisy, a déjà étudié la marche diurne de la température pour le climat de Paris; utilisant les observations faites au Parc Saint-Maur pendant les trente dernières années; il examine à présent comment s'effectue la variation annuelle.

L'auteur suppose que, dans un intervalle de trois mois, la loi probable de variation de la température est une fonction parabolique du temps, et, partant des températures moyennes des douze mois, il en déduit les valeurs vraies de la température pour douze époques déterminées; mais nous n'avons pas à nous attarder ici sur les détails des calculs et les hypothèses faites en vue d'obtenir la loi la plus probable de la variation thermique.

M. Loisel arrive à une conclusion très importante: l'heure la plus favorable pour une observation unique est celle de huit heures du soir; et une observation unique, faite à cette heure, permet, pour le climat des environs de Paris, d'obtenir la normale avec une erreur inférieure à un dixième de degré.

Certainement, pour compléter toute étude de climatologie locale, il serait encore très important de connaître les variations subies par la température moyenne dans le cours des siècles. En dehors des causes générales sous la dépendance directe desquelles se trouve la température moyenne d'un lieu, celle-ci subit encore, comme le dit Humboldt, « des changements assez considérables, soit par les progrès des sociétés humaines lorsqu'elles deviennent très nombreuses et très agissantes, soit par des causes géologiques presque inaperçues dans la lenteur extrême de leurs effets, et tenant au manque de cet équilibre que la lutte des éléments et des forces n'a point encore atteint ».

Malheureusement, la détermination de la loi générale à laquelle obéissent toutes ces actions si diverses est encore hors de notre portée et nous devons, pour le moment, nous contenter, en accumulant des matériaux, d'établir des points de repère auxquels on puisse se rapporter dans la suite; à cet égard, il faut savoir gré à M. Loisel, et de ses intéressantes conclusions, et de ses études longues et minutieuses.

L'insolation en Suisse. — L'enregistrement du nombre des heures de soleil se fait en Suisse depuis 1884, date de l'introduction dans quelques stations de l'héliographie de Campbell et Stokes. Les résultats des observations sont intégralement publiés dans les *Annales météorologiques suisses* par les soins du Bureau central, à Zurich. Le nombre des années étant, pour certaines stations, assez grand, il valait la peine de résumer et d'établir les moyennes de l'insolation pour quelques types de régions bien définies et caractéristiques. C'est le résultat de ce travail, fait pour dix années, que M. Dufour a présenté récemment à la *Société Vaudoise des Sciences naturelles*, sous forme de tableaux graphiques préparés pour l'enseignement.

On a choisi sept stations principales, possédant toutes des séries complètes d'observations de 1891 à 1900. Ces stations se groupent en villes de plateau traversées par un fleuve: Berne et Bâle; villes riveraines d'un lac: Lausanne et Zurich; station du sud des Alpes: Lugano; station de haute vallée alpine: Davos; sommet: le Sants à 2,500 mètres.

Les résultats généraux sont les suivants: l'insolation relative, c'est-à-dire le pour cent du possible, est de 43 % à Bâle et de 42 % à Berne; l'insolation maximum possible serait celle qui résulterait d'une année dont tous les jours seraient clairs; le maximum a lieu en août et le minimum en novembre à Bâle et en décembre à Berne. L'insolation croît rapidement de janvier en avril et présente une diminution sensible en mai.

Les villes de Zurich et de Lausanne ont une courbe semblable à celle de Berne et de Bâle; le minimum est en janvier à Zurich et en décembre à Lausanne; le maximum est en août dans ces deux villes; la moyenne annuelle est de 43 % à Zurich et de 47 % à Lausanne.

A Lugano, le régime est un peu différent; il y a deux maxima, le premier en juillet (69 %), le second en février (60 %), et deux minima, en mai (51 %) et en novembre (42 %); la moyenne de l'année est de 59 %.

A Davos, il y a également deux maxima: le premier en août (60 %), le second en février (53 %), et deux minima, en mai (47 %) et en janvier (49 %); l'insolation moyenne est de 54 %.

Enfin, au Sants, on trouve un maximum en novembre (51 %) et un minimum en juin (35 %); l'insolation moyenne est de 42 % à peine; cette faible insolation s'explique par le fait qu'à la montagne on a une insolation d'hiver; l'été est sombre à cause de l'élévation des nuages et des brouillards.

§ 3. — Physique

Le pouvoir inducteur spécifique des métaux. — Si l'on introduit, entre les armatures d'un condensateur, une lame parallèle d'un diélectrique, la distribution du potentiel dans le champ intérieur est représentée par une ligne brisée telle que l'inclinaison relative de ses trois tronçons est inversement proportionnelle au pouvoir inducteur spécifique du diélectrique et de l'air qui achève de remplir l'espace des armatures. Si le diélectrique est remplacé par un conducteur, le potentiel est constant à l'intérieur de celui-ci, qui joue le rôle d'un diélectrique dont le pouvoir inducteur spécifique serait infini. En fait, les expériences statiques ne peuvent donner aucune indication sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux. Autrefois, on se contentait de l'assimilation que nous venons de rappeler, et l'on considérait la recherche du pouvoir inducteur spécifique des métaux comme une question on oiseuse ou irrésoluble. Mais le problème a pris, à la suite de l'étude des ondes hertziennes, une forme toute nouvelle: et, bien que le problème soit considéré encore comme d'une extrême difficulté, on entrevoit la possibilité de le résoudre. Dans une série de belles recherches sur les ondes électriques, M. André Broca vient de lui apporter une contribution d'une extrême importance, dont nous allons essayer de donner une idée.

On sait que, d'après Maxwell, les courants de conduction et les courants de déplacement exercent les mêmes actions électromagnétiques; mais, tandis que les premiers échauffent les conducteurs dans lesquels ils circulent, les seconds n'échauffent les diélectriques que lorsque ceux-ci sont imparfaits. Les courants de déplacement étant tenus en équilibre par l'élasticité électrique du milieu, on ne peut mettre leurs effets nettement en évidence qu'en les accumulant, c'est-à-dire en opérant avec des oscillations de haute fréquence.

Maxwell a établi des équations générales pour la propagation des perturbations électriques, en tenant compte du pouvoir inducteur spécifique et de la conductivité. Ces équations ont permis des conclusions de deux ordres distincts; Maxwell lui-même, en considérant le cas où la conductivité est nulle, découvrit les relations entre les ondes lumineuses et les perturbations électriques. En supposant, au contraire, la constante diélectrique nulle, Lord Kelvin a pu calculer la variation de résistance d'un fil métallique quand, au lieu de le faire parcourir par un courant continu, on le fait traverser par un courant alternatif. Dans ce cas, l'induction mutuelle des courants élémentaires les oblige, suivant leur fréquence, à se porter plus ou moins complètement à la surface du conducteur. Pour les fréquences hertziennes, cette concentration à la surface est bien connue. M. Poincaré l'a appliquée au calcul de la fréquence d'un oscillateur de Hertz, et les

expériences de M. V. Bjerknes, sur les résonnateurs de fer recouverts de cuivre électrolytique, ont pleinement confirmé les prévisions de la théorie.

Dans le cas des ondes hertziennes, l'expérience ne semble donc pas infirmer l'hypothèse suivant laquelle le pouvoir inducteur spécifique des métaux serait nul. Mais ce résultat doit être enregistré avec d'autant plus de circonspection que M. Drude n'a pu rendre compte de leur haute conductivité, dans le sens de la théorie des électrons, qu'en leur attribuant un pouvoir inducteur spécifique égal à 10.000 au moins, de manière à expliquer le degré élevé de dissociation que suppose la mobilité rendant les métaux les meilleurs des conducteurs.

M. Broca a cherché à trancher la question en expérimentant avec des fréquences inférieures à celles des ondes hertziennes, en employant, par exemple, les courants connus, dans les applications médicales, sous le nom de courants de haute fréquence. La mesure de l'intensité efficace de ces courants, en utilisant, d'une part, leurs actions électromagnétiques, d'autre part, leurs actions thermiques, pouvait faire apparaître des discordances attribuables à l'action du pouvoir inducteur spécifique.

La mesure électromagnétique des courants de haute fréquence présentait des difficultés particulières, que M. Broca réussit à surmonter en construisant un électrodynamomètre d'un modèle nouveau, dans lequel l'intensité efficace était mesurée par les déplacements microscopiques d'une bande d'aluminium attirée par une bande parallèle. Les expériences, faites avec la collaboration de M. Turchini, montrèrent que, pour des fils de cuivre, de platine, de fer, de maillechort, d'un diamètre de 0^{mm} 59, l'échauffement est plus fort que ne l'indique la loi de Lord Kelvin, aussi longtemps que la fréquence est inférieure à 1.800 000, tandis qu'il est plus faible pour les fréquences plus élevées. Jusqu'à la fréquence de 3 millions, les écarts ne sont pas très considérables, mais semblent dépasser toutes les erreurs d'expériences, estimées à 1/20 au maximum, et résultant surtout de la difficulté que l'on rencontre à obtenir des courants de haute fréquence bien constants.

L'interprétation d'un tel résultat n'était pas facile; on s'explique mal, en effet, au premier abord, que le courant de déplacement, qui ne devrait produire aucun effet thermique, puisse augmenter notablement l'échauffement du conducteur. Mais, d'un autre côté, l'effet électrodynamique de ce courant peut agir sur la densité superficielle, et cet effet peut être important pour certaines fréquences.

Pour rechercher la raison théorique de cette action, M. Broca reprit l'équation de Maxwell, mais sans négliger d'emblée, comme l'avait fait Lord Kelvin, l'action du pouvoir inducteur spécifique.

La solution cherchée dépend d'une fonction de Bessel à argument complexe; on la trouve en introduisant, dans le calcul, un paramètre dont l'expression est n^2 , n^2 étant le pouvoir inducteur spécifique, λ la conductivité en unités électrostatiques, τ la période du courant.

Introduisant dans les équations les nombres tirés des expériences, on trouve, pour le cuivre, dans le cas d'une fréquence égale à 3 millions, une valeur du paramètre égale à 1.19. Le pouvoir inducteur spécifique qui en résulte est égal à 0.3. 10¹². Les formules indiquent que le paramètre doit augmenter très lentement en même temps que la fréquence.

La raison pour laquelle les résultats obtenus avec les fréquences hertziennes s'expliquent en supposant nul le pouvoir inducteur spécifique des métaux, est facile à saisir. Pour des périodes aussi courtes, la concentration à la surface due aux effets électrodynamiques des courants de conduction est tellement complète que l'apport de l'effet des courants de déplacement peut être négligé.

Cependant, une difficulté sérieuse restait à surmonter. Les expériences de MM. Rubens et Hagen¹, sur la réflexion des rayons de grande longueur d'onde à la surface des métaux, ont fourni des nombres en bon accord avec la théorie de Planck, dans laquelle la valeur du pouvoir inducteur spécifique est aussi négligée. M. Broca a levé la contradiction de la façon la plus ingénieuse. Puisque le calcul de M. Planck donne des résultats numériquement exacts, on peut évaluer aux valeurs fournies par sa formule celles que donne la formule complète. On trouve alors, dans l'équation ainsi obtenue, outre deux racines imaginaires, et la solution $n^2 = 0$, une autre solution réelle, correspondant, pour le paramètre rappelé plus haut, à la valeur 1.52, qui présente un accord satisfaisant avec le nombre trouvé directement, et avec l'indication d'une augmentation lente avec la fréquence.

Pour les fréquences très élevées, telles que celles qui correspondent au spectre visible, le désaccord devient manifeste, quelles que soient les formules employées. Ici, nous entrons dans le domaine des résonnances moléculaires, et la théorie de Maxwell, qui envisage les propriétés globales du conducteur, cesse de s'appliquer.

La valeur élevée du pouvoir inducteur spécifique des métaux permettra sans doute d'expliquer leur trop grande transparence comparée à celle que leur assigne la théorie simplifiée.

Ces rapides allusions à un travail difficile et délicat en font pressentir toute l'importance. Les expériences de MM. Broca et Turchini, avec l'interprétation qu'en donne M. Broca, sont un premier pas vers la connaissance du pouvoir inducteur spécifique des métaux, constante naturelle qui avait semblé jusqu'ici se dérober à toutes les investigations. La démonstration du passage graduel de l'électrolyte au diélectrique à mesure de l'élévation de la fréquence, dont MM. Broca et Turchini avaient montré, il y a quelques années, la réalité, avait mis sur la voie de leurs travaux actuels.

§ 4. — Électricité industrielle

La production de la lumière rouge dans les lampes à vapeur de mercure. — L'obstacle le plus sérieux qui s'oppose à l'utilisation industrielle des lampes à vapeur de mercure réside, comme on le sait, dans l'absence de rayons rouges dans le spectre de ces lampes, absence qui occasionne des modifications fâcheuses de la coloration naturelle de tous les objets présentant à la lumière du jour une teinte rougeâtre : la cire à cacheter rouge prend une couleur brun chocolat, la peau humaine une teinte vert-bleuâtre, etc. Les tentatives faites jusqu'ici pour remédier à cet inconvénient par l'emploi de substances présentant une fluorescence rouge, ou par l'addition de lampes à incandescence ordinaires, disposées en parallèle, n'ont pas donné de résultats nettement satisfaisants.

M. E. Gehrke et P. von Baeyer² ont tout récemment réussi à produire une lumière d'un rouge intense au sein même de la lampe à mercure et à corriger ainsi cette dernière lampe par une addition de zinc. En effet, lorsqu'on remplace les électrodes de mercure par des électrodes d'amalgame de zinc, dans une ampoule de quartz anorphe, l'arc établi au vide rayonne, en dehors des raies du mercure, celles du zinc, et spécialement la ligne rouge 636,42. La lumière de cette lampe à l'amalgame de zinc, fonctionnant sous 110 volts, tout en approchant de plus près des colorations de la lumière du jour que celle que donnent les lampes à mercure pur, donne cependant toujours lieu à des modifications de couleur. Cet inconvénient est éliminé par l'addition à l'amalgame d'un peu de sodium, achevant de corriger la lumière, qui alors devient comparable à celle des lampes Bremer. Comme

¹ *Revue*, t. XV, p. 928; 1904.

² *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 16, 1906.

les ampoules éclatent souvent sous l'influence de la détente de l'amalgame de zinc, les auteurs recommandent de l'additionner de 10 % de bismuth, élément dont le spectre n'est pas assez intense pour modifier à un degré appréciable la coloration de la lampe.

La lampe construite par les auteurs, tout en n'étant pas encore perfectionnée au point de pouvoir concourir avec les types existants, donne toutes les espérances pour permettre ultérieurement l'utilisation de la lumière si économique émise par les vapeurs incandescentes.

§ 5. — Chimie

La nature des métaux-ammonium alcalins. — Deux savants allemands, MM. O. Ruff et E. Geisel¹, viennent de se livrer à des recherches d'où il semble résulter que ce qu'on appelle les métaux-ammonium alcalins (sodium-ammonium, potassium-ammonium) ne sont pas du tout des composés, mais consistent en un mélange du métal avec une solution liquide saturée adhérente du métal dans l'ammoniac liquide. Ils ont déterminé à diverses températures la solubilité des métaux alcalins dans l'ammoniac liquide et n'ont trouvé d'autre phase, soit solide, soit liquide, que le métal et la solution saturée.

Les faibles quantités de chaleur dont M. Joannis a constaté le dégagement pendant la solution du sodium ou du potassium dans l'ammoniac liquide sont probablement attribuables au fait que les métaux existent en solution non et non à l'état monoatomique, mais à l'état de Na^+ et de K^+ .

Des recherches analogues vont être poursuivies sur les métaux-ammonium alcalino-terreux.

L'application du sucre aux besoins de l'industrie. — Le Syndicat français des Fabricants de sucre vient de voter un prix de 100.000 francs dans le but de stimuler la recherche de nouvelles méthodes d'emploi du sucre dans l'industrie. Les conditions d'obtention sont les suivantes :

1^{re} La nouvelle application du sucre doit être faite uniquement dans un but industriel, et non à la fabrication d'une forme quelconque d'aliment ;

2^{de} L'invention doit provoquer une augmentation de la consommation en France au moins égale à 100.000 tonnes de sucre raffiné ;

3^{de} Le prix sera remis à l'inventeur aussitôt que les statistiques officielles françaises auront prouvé que la nouvelle application du sucre a eu pour conséquence cette augmentation dans un délai de douze mois.

S'il paraît nécessaire d'abaisser ou d'abolir la taxe sur le sucre pour faciliter le succès de l'invention, le Syndicat fera tous ses efforts pour obtenir un rabais sur le sucre employé dans la nouvelle industrie.

§ 6. — Biologie

Un nouveau périodique : les « Annales de Biologie lacustre ». — Si l'on jette un coup d'œil rapide sur l'ensemble de l'histoire de la Biologie lacustre, on distingue trois périodes dans son évolution : l'une qu'on pourrait dénommer *empirique* et qui coïncide avec les premières observations au microscope, une autre *systématique*, caractérisée par un grand nombre de travaux descriptifs, et enfin la période actuelle ou *biologique*.

M. F. A. Forel, professeur à l'Université de Lausanne, est le vrai fondateur de la Limnobiologie. Dans sa remarquable étude sur le Lac Léman, il a donné aux observations lacustres une orientation toute nouvelle en montrant qu'il ne faut pas s'occuper seulement des animaux et des plantes qui vivent dans un lac, mais aussi des conditions physiques, atmosphériques, chimiques et géologiques qui régissent la vie

dans ce lac. En cherchant des relations entre ces divers facteurs, il a contribué à la découverte de lois biologiques intéressantes.

La Limnobiologie est devenue ainsi une branche importante de l'histoire naturelle. De toutes parts s'élèvent des laboratoires analogues à celui que créa, à Plon, le Dr Zacharias ; des travaux de plus en plus nombreux étudient ces questions délaissées pendant si longtemps ; de plus en plus, on constate les signaux services qu'ils rendent à ceux qui s'occupent d'aquiculture.

Malheureusement, ces travaux sont en grande partie disséminés dans une quantité de publications et de revues, et, pour quiconque s'occupe aujourd'hui de Biologie lacustre, il devient difficile de se tenir au courant des progrès de la science. La création d'une Revue qui, tout en publiant des travaux originaux de biologie, de technique ou de systématique sur la Limnobiologie, rendrait compte, dans la mesure du possible, des études du même genre paraissant dans d'autres publications, paraissait devoir être d'une grande utilité pour tous ceux qui ont dirigé leur activité scientifique vers ce champ fertile de recherches.

C'est le programme que se sont imposé les *Annales de Biologie lacustre*, dont le premier fascicule vient de paraître. Aux côtés de leur fondateur, le Dr E. Rousseau, de Bruxelles, s'est déjà réuni un important noyau de collaborateurs autorisés. Les colonnes du nouveau périodique sont, d'ailleurs, ouvertes à tous ceux qui désirent contribuer à l'avancement de la Limnobiologie. En signalant à nos lecteurs le but que se propose ce nouveau périodique, nous souhaitons aux *Annales de Biologie lacustre* tout le succès que mérite leur intéressante tentative¹.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le Commerce marocain. — Les lecteurs de la *Revue* n'ont pas oublié les remarquables articles qu'elle a consacrés au Maroc dans le premier semestre de 1903. Depuis qu'ils ont paru, la curiosité qui s'attache à ce pays n'a pas faibli, et, si des intrigues politiques n'y ont pas été étrangères, il faut reconnaître qu'en ce qui nous concerne, nos intérêts de voisinage nous commandaient une vigilante attention et nous invitaient à l'étude d'une région encore si peu connue. A ce dernier point de vue, nous devons rendre justice à l'intelligente initiative prise par le Comité du Maroc. Ce groupement d'initiatives privées, formé par un autre groupement du même genre dont l'œuvre n'est pas moins admirable, le Comité de l'Afrique française, a entrepris un vaste travail d'inventaire du Maroc. Depuis deux ans, les missions se succèdent sans interruption : missions économiques de M. Ch. René-Leclerc, missions scientifiques de MM. de Segonzac, de Flotte, A. Bernard, Doute, Gentil, Lemoine, Buchet ; hier encore, c'était l'importante reconnaissance hydrographique Dyé sur toute la côte du Maroc².

Etant donné l'état endémique d'anarchie politique dans lequel ce pays est plongé, la pénurie des voies de communication et leur insécurité, le commerce marocain s'accroît dans une faible mesure, quand il ne régresse pas comme on l'a constaté en 1901 :

COMMERCE MARITIME	1902	1903	1904
Importations.	53.037.669 fr.	62.435.489 fr.	54.495.324 fr.
Exportations.	38.508.059	36.568.396	36.489.416
Total . . .	91.545.728 fr.	99.003.885 fr.	90.984.740 fr.

¹ Les *Annales* paraissent irrégulièrement par fascicules. Chaque tome formera un volume de 100 à 500 pages, avec figures et planches, dont le prix sera de 20 à 30 francs. Pour tous renseignements, s'adresser au Dr E. Rousseau, au Musée Royal d'Histoire naturelle, 31, rue Vautier, à Bruxelles.

² Les Rapports complets de toutes ces missions ont paru

¹ Ber. d. deutsch. chem. Ges., t. XXXIX, p. 828-42.

En 1904, les ports marocains se sont réparti les transactions de la manière suivante :

Mazagan	17.112.475 fr.
Tanger	16.512.165
Casablanca	15.637.488
Mogador	14.096.045
Larache	11.738.598
Safi	8.618.884
Rabat	5.566.135
Tétouan	4.703.150

Les cinq pays qui font le plus d'échanges commerciaux avec le Maroc sont, par ordre d'importance, l'Angleterre, la France, l'Allemagne, l'Espagne et la Belgique. Leur participation était représentée, en 1904, par les chiffres suivants : Angleterre, 40,2 % ; France, 30 % ; Allemagne, 11,4 % ; Espagne, 7,8 % ; Belgique, 2,5 %.

	1902	1903	1904
Angleterre	43.011.595	45.036.094	39.266.150
France	21.098.155	24.321.035	22.709.259
Algérie (frontière terrestre)	11.802.000	10.592.000	6.704.573
Allemagne	9.317.667	10.522.183	10.900.875
Espagne	8.729.335	7.903.076	7.662.972
Belgique	2.856.715	3.010.373	2.430.047

Si le pourcentage varie dans une certaine mesure, le rang commercial de ces pays reste le même. Il ne faudrait pas, d'ailleurs, accorder trop de précision à ces chiffres. Ce sont des approximations, par suite des procédés d'investigation rudimentaires actuellement en vigueur dans les douanes marocaines, et aussi du fait que, dans l'impossibilité de déterminer l'origine exacte des produits, on l'attribue au pavillon sous lequel ils voyagent. De telle sorte que l'Angleterre et l'Allemagne voient de cette façon leurs chiffres majorés. Les produits belges, par exemple, empruntent souvent les lignes de navigation allemandes dont les bateaux font escale à Anvers. D'autre part, les résultats des deux tableaux précédents ne concernent que le mouvement commercial des ports : c'est pourquoi nous avons noté séparément les chiffres relatifs au trafic du Maroc avec l'Algérie par la frontière de terre. Depuis 1901, ce trafic est en diminution continue par suite de l'état d'insécurité de la région frontalière, troublée depuis trois ans par l'insurrection du Rôgou. Mais il n'est pas douteux que le rétablissement de l'ordre serait le signal d'une importante reprise des relations commerciales entre l'Empire chrétien et notre colonie africaine.

Les importations sont encore en partie spécialisées : l'Angleterre envoie surtout des cotonnades, draperies, confections, les bougies, le thé et les denrées coloniales ; nous vendons du sucre, des soieries, de la verrerie et de la parfumerie, de la droguerie et des farines ; l'Allemagne tient la tête pour les alcools, le riz, le ciment, la quincaillerie et la porcelaine. Mais la concurrence est vive, et au Maroc, comme partout ailleurs, nos marchandises ne se prêtent pas suffisamment aux désirs de la clientèle marocaine, qui a ses préférences bien nettes, quelquefois puériles, mais que les fournisseurs n'ont pas à essayer de contrecarrer. Elle veut, par exemple, des pièces de drap de n centimètres de largeur et jamais de $n + 1$ ou $n - 1$. Elle se veut de telle couleur spéciale, de telle qualité à bon marché. Pour les pains de sucre, elle exige un emballage déterminé, un poids défini et invariable. Nous n'utilisons pas assez les voyageurs qui notent ces désirs de la clientèle ; nos facilités de crédit sont largement dépassées par celles

des commerçants allemands, qui, d'un autre côté, bénéficient d'une réclame bien entendue sous forme d'une abondante distribution de catalogues illustrés et d'échantillons.

Nous ne prenons qu'une part restreinte des exportations par voie de mer, mais il faut leur ajouter celles qui franchissent notre frontière algérienne et qui, en 1904, malgré l'anarchie rappelée plus haut, représentaient une somme plus forte que les premières. Nous pourrions sans doute augmenter nos achats au Maroc, mais il faut aussi tenir compte du fait que l'Algérie et la Tunisie nous fournissent les mêmes productions : c'est pourquoi, au point de vue d'exportation, l'Angleterre et l'Allemagne prélèveront toujours une part plus considérable.

Pierre Clerget.

*Professeur à l'Institut commercial
des jeunes filles de Fribourg (Suisse).*

§ 8. — Enseignement

Conseil de l'Université de Paris. — Dans sa dernière réunion, le Conseil de l'Université de Paris a approuvé le projet d'extension de cette Université. Cette vaste affaire comprend deux opérations distinctes :

1° Construction, à frais communs, par l'Etat et la Ville de Paris, d'un Institut de Chimie couvrant une surface de 9.000 mètres, où seraient établis les divers services de la Faculté des Sciences et le Service de la Chimie appliquée provisoirement installé, lors de sa création, dans les baraquements de la rue Michelet. Cette première opération coûtera 3 millions, partagés entre la Ville et l'Etat ;

2° Acquisition par l'Université de Paris, pour ses besoins futurs, d'un terrain de 14.000 mètres carrés, faisant, comme le précédent, partie de l'immeuble situé entre la rue Saint-Jacques et la rue d'Ulm, que la congrégation des Dames de Saint-Michel a été autorisée à vendre. Cette seconde dépense, qui s'élève à 4.900.000 francs, sera faite par l'Université sur ses ressources propres, avec le concours de l'Etat pour 750.000 francs et avec le montant de la donation du prince de Monaco. C'est, en effet, sur une partie de ce terrain que s'élèvera l'Institut Océanographique fondé par le prince de Monaco, et auquel il vient d'attribuer, ainsi qu'au Musée créé par lui à Monaco, un capital de 4 millions.

Personnel universitaire. — M. Lemoult, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Chimie générale et appliquée à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé professeur de Chimie générale à ladite Faculté.

M. Boquet, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, est nommé astronome titulaire audit établissement.

M. Jumelle, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Botanique agricole à la Faculté des Sciences de Marseille, est nommé professeur de Botanique agricole à ladite Faculté.

M. Derock, docteur ès sciences, maître de Conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de Marseille, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

M. Dulac, docteur ès sciences, maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Grenoble, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

M. Portier, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé directeur adjoint du laboratoire de Physiologie expérimentale de l'Ecole pratique des Hautes Etudes.

M. Vaillant, docteur ès sciences physiques, chef des travaux à la Faculté des Sciences de Lyon, est nommé maître de Conférences de Physique à la Faculté de Grenoble.

LE CHAMP ÉLECTRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE

La Physique du Globe n'a pas échappé à l'évolution magnifique qui, depuis la découverte de la radio-activité, transfigure peu à peu toutes les parties de la Philosophie naturelle.

Elster et Geitel ont montré, en 1899, qu'il existe en permanence dans l'atmosphère des charges électriques libres, positives et négatives, analogues à celles que les radiations du radium et divers autres rayonnements font apparaître dans les gaz. Cette découverte a ouvert des horizons imprévus pour la solution des problèmes soulevés par le champ électrique de l'atmosphère et la charge de la surface terrestre.

Étant donné l'intérêt fondamental de ces questions pour la Physique du Globe, il ne paraît pas peut-être pas inopportun d'indiquer brièvement quels sont les faits actuellement bien établis relativement au champ électrique terrestre; nous y ajouterons quelques résultats nouveaux que des expériences récentes en Algérie nous ont permis d'obtenir; nous indiquerons ensuite, d'après les recherches les plus récentes, combien les conséquences de la découverte d'Elster et Geitel semblent devoir être fructueuses pour l'intelligence et la synthèse théorique de ces phénomènes.

I. — SENS DU CHAMP ÉLECTRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE. CHARGE DE LA TERRE.

Rappelons d'abord, pour mémoire, comment l'on prend actuellement le potentiel d'un point P de l'air, le potentiel du sol étant pris pour origine : Supposons qu'en ce point P aboutisse l'extrémité d'un conducteur, relié d'autre part à l'électromètre et soigneusement isolé; si le potentiel de l'air en P est différent de celui du conducteur, par exemple positif, et que le conducteur laisse échapper en P un écoulement de gouttelettes d'eau, il se développe, par influence, de l'électricité négative à l'extrémité P du conducteur, et chaque gouttelette emportant, par suite, avec elle une légère charge négative, il reste sur le conducteur un léger excès de charge positive, qui va en croissant jusqu'à ce que tout entier celui-ci soit précisément au même potentiel positif que l'air au point P, potentiel indiqué alors par l'électromètre; avec un écoulement convenable, il suffit d'un temps très court pour que le conducteur se mette au potentiel du point P de l'air, et, si ce potentiel varie, les indications de l'électromètre, que l'on peut enregistrer photographiquement, suivront une marche parallèle. C'est par ce procédé qu'ont été

obtenues les courbes reproduites dans cet article¹.

Or, les mesures faites par cette méthode ou d'autres analogues, sur les points les plus variés du Globe en Europe, en Asie, en Australie, en Amérique et aussi dans les régions polaires, indiquent que, par beau temps, la chute du potentiel est généralement positive, c'est-à-dire qu'un point de l'air est à un potentiel plus élevé que la terre; les courbes données par les électromètres indiquent, il est vrai, exceptionnellement, et surtout par temps de pluie (comme nous le verrons ci-dessous), des chutes de potentiel négatives, mais l'aire comprise entre la courbe, l'axe du potentiel origine et deux ordonnées suffisamment écartées, est toujours positive. La terre, considérée dans son ensemble, est donc à un potentiel moins élevé que l'air, et l'on en a déduit que *la charge du Globe terrestre est négative*. Cette hypothèse a été proposée par sir W. Thomson; elle est généralement admise. Nous voudrions cependant faire remarquer à ce propos que les résultats d'expériences récentes sont peut-être de nature à ne la plus faire considérer comme évidente : on a, en effet, établi, en ces dernières années, par des méthodes dont il sera question ci-dessous (voir ch. III), que l'air atmosphérique, loin d'être électriquement neutre, est électrisé positivement, ou, pour parler plus correctement, contient un excès de charges positives. *Le champ électrique terrestre ne serait-il pas dû précisément, au moins en grande partie, à cette charge positive de l'atmosphère?* Nous posons simplement la question, car on manque encore des données quantitatives qui permettraient de la résoudre. Mais il est, en tout cas, évident que le sens de la chute de potentiel observée serait le même si l'atmosphère supérieure est chargée positivement et le Globe électriquement neutre, que si l'on suppose celui-ci, comme on le fait généralement, chargé négativement, sans tenir compte d'une électrisation atmosphérique. Quoi qu'il en soit, il serait du plus haut intérêt de mesurer en valeur absolue le potentiel du sol; on n'a jamais encore, à notre connaissance, tenté d'expériences dans ce but. Il n'est, cependant, pas certain que la question soit soluble.

Un calcul très simple va, d'ailleurs, nous montrer

¹ Nous n'insistons pas sur les appareils réalisant ce dispositif. Imaginés par M. W. Thomson, perfectionnés par M. Mascart, ils doivent beaucoup à M. Chauveau, qui les a décrits et mis au point dans son Mémoire : « Etude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique ». Plusieurs des données de cet article sont empruntées à ce remarquable travail.

que la charge de la terre, en lui donnant sa valeur maxima, c'est-à-dire en admettant que le champ atmosphérique est dû à la négativité de cette charge, et exclusivement à elle, ne peut avoir que des effets mécaniques insignifiants et ne peut modifier d'une manière sensible le poids des corps les plus légers : la chute de potentiel par mètre, au voisinage du sol, est de l'ordre de 100 volts par

mètre, ou $\frac{1}{300}$ d'unité électrostatique par centimètre : $\frac{dV}{du} = \frac{1}{300}$, de cette valeur on peut déduire la densité électrique à la surface de la terre, μ ,

d'après la formule connue $\frac{dV}{du} = -4\pi\mu$, et, connaissant μ , en déduire, d'après la formule $2\pi\mu^2 = \tau$, la valeur de la force électrique qui tend à soulever un objet d'un centimètre carré de surface appliqué sur le sol. On trouve ainsi $\tau = 0,000,000,45$; cette force est donc inférieure à la millionième partie du poids d'un milligramme : elle échappe à toute constatation expérimentale.

II. — VARIATION DU CHAMP AVEC L'ALTITUDE. CONSÉQUENCES.

La théorie montre que, si l'on désigne par ρ la densité électrique de l'air (quantité d'électricité contenue dans l'unité de volume), il existe entre cette quantité et la variation avec l'altitude de la chute de potentiel par mètre

$$\frac{d}{du} \left(\frac{dV}{du} \right) \quad \text{ou} \quad \frac{d^2V}{du^2},$$

la relation suivante :

$$\frac{d^2V}{du^2} = -4\pi\rho.$$

D'où l'on déduit que, si la charge électrique ρ de l'air est nulle, la chute de potentiel par mètre est la même à toutes les altitudes ; si celle-ci diminue avec la hauteur, ρ est positif ; si elle augmente, ρ est négatif. ρ représente d'ailleurs, à proprement parler, la somme algébrique des quantités d'électricité positive et négative, par unité de volume ; c'est-à-dire que ρ pourrait être nul, sans qu'on pût en déduire que l'air ne contient pas d'électricité libre ; cela signifierait seulement que la somme des masses négatives y est égale en valeur absolue à celle des charges positives. Nous verrons au prochain paragraphe l'importance de cette distinction.

Il était donc très intéressant, au point de vue théorique, de savoir comment varie le champ à mesure qu'on s'éloigne du sol. Il ne pouvait être question de demander à des observations de montagne la solution de cette question, par suite de la déformation des surfaces de niveau produites par

le relief du sol ; mais des expériences précises et variées ont été faites en ballon en ces dernières années, et elles semblent avoir établi d'une manière indubitable que le champ diminue avec l'altitude, ce qui indique que l'atmosphère contient un excès de charges positives. D'autres expériences, que nous allons rappeler, ont récemment conduit, par des considérations toutes différentes, au même résultat.

III. — EXISTENCE, DANS L'AIR, DE CHARGES ÉLECTRIQUES LIBRES DES DEUX SIGNES. IONISATION ATMOSPHÉRIQUE.

Il n'entre point dans les limites de cet article de donner un aperçu complet de tout ce qui a été fait là-dessus en ces dernières années. Comme il arrive pour tout progrès scientifique, la découverte d'ions dans l'air, en même temps qu'elle éclaircissait certains problèmes antérieurement posés, en faisait naître de nouveaux, dont l'étude ne rentre pas dans le cadre de cet article. Nous n'en exposerons que ce qui est nécessaire pour l'intelligence des théories récentes du champ électrique de l'atmosphère.

On sait que les substances radio-actives, l'uranium, le radium, etc., émettent constamment des radiations analogues aux rayons Röntgen et aux rayons cathodiques, qui rendent, comme ceux-ci, l'atmosphère environnante conductrice de l'électricité. Peu après la découverte des corps radio-actifs, MM. Elster et Geitel ont trouvé un phénomène non moins curieux en constatant que l'air libre, qui ne semble nulle part traversé par des rayons Becquerel, possède, quoique à un degré moindre, des propriétés analogues à celles de l'air rendu conducteur par ces rayons. Ils ont montré, en effet, qu'un corps électrisé et très bien isolé, ou tout au moins dont on connaît parfaitement le défaut d'isolement, abandonne toujours une partie plus ou moins grande de sa charge, qui semble se disperser dans l'atmosphère environnante. Ils ont prouvé ensuite, avec une certitude presque absolue que cette conductibilité faible de l'air naturel s'explique, de la même manière que celle de l'air rendu artificiellement conducteur au moyen du radium, par la présence de particules électrisées, les unes positivement, les autres négativement, et se mouvant librement dans l'atmosphère. On a donné à ces particules le nom de « ions » ; mais il faut bien remarquer qu'elles n'ont aucun rapport avec les particules de même nom qui figurent dans la théorie des solutions électrolytiques dissociées : les ions électrolytiques sont des groupements d'atomes ; les ions des gaz semblent être, au contraire, des produits de dissociation de l'atome ; ils sont, en tout cas, beaucoup plus petits que lui, et toujours iden-

tiques à eux-mêmes au point de vue de leurs diverses propriétés, quel que soit le gaz où ils prennent naissance.

On a étudié, depuis, d'une façon complète, et par des méthodes nombreuses, les propriétés de ces charges électriques libres de l'air, et l'on a trouvé : 1° que les « ions » positifs se déplacent moins vite, dans un champ électrique donné, que les « ions » négatifs, autrement dit que ceux-ci ont une *mobilité* plus grande ; 2° que les uns et les autres ont la propriété de condenser autour d'eux, sous forme de gouttelettes, la vapeur d'eau amenée, par exemple par détente, à dépasser son point de saturation, mais que la détente nécessaire est moins grande pour la condensation des gouttelettes autour des ions négatifs que des positifs ; autrement dit, la vapeur d'eau se condensera d'abord, et plus facilement, autour des centres négatifs. Toutes choses égales d'ailleurs, la condensation sera, en outre, d'autant plus intense que l'air sera plus fortement ionisé, contiendra plus d'ions par unité de volume. Toutes ces propriétés nous aideront à concevoir la formation de la pluie ; 3° que les charges libres positives et négatives engendrées dans l'air par une radiation active ne subsistent pas indéfiniment lorsque la cause productrice a cessé d'agir, mais disparaissent progressivement, suivant des lois numériques aujourd'hui bien connues, par suite de la *recombinaison* des ions de signe contraire qui se neutralisent réciproquement à la longue ; 4° que les ions négatifs se diffusent plus rapidement que les ions positifs vers les corps conducteurs voisins, c'est-à-dire que, si un gaz ionisé circule dans un tube électriquement neutre, le nombre des ions positifs qui viendront lui céder leur charge par suite des mouvements intérieurs du gaz sera moins grand que celui des ions négatifs.

On a été, par suite, amené à rechercher quelles sont les causes qui ionisent d'une manière permanente l'air atmosphérique ; la question est loin d'être encore complètement élucidée ; cependant, on peut considérer actuellement comme bien établi : 1° que les couches inférieures de l'atmosphère sont en partie rendues conductrices, c'est-à-dire ionisées, par les substances radio-actives contenues dans l'écorce terrestre et les gaz radio-actifs (émanation) qui en dérivent ; 2° que, tout au moins pour les couches plus élevées de l'atmosphère, doit s'y ajouter l'effet du rayonnement ultra-violet du Soleil. Lénard a, en effet, montré que les rayons ultra-violets ont, comme ceux de Becquerel, la propriété de faire apparaître des charges électriques libres, positives et négatives, au sein des gaz traversés par eux.

En outre, et c'est à principalement que nous voulons en venir, l'expérience a montré que, dans

l'air atmosphérique, les proportions en ions positifs et en ions négatifs ne sont en général pas du tout les mêmes ; on trouve la plupart du temps un excès d'ions positifs, de telle sorte que, si le conducteur électrisé dont la vitesse de décharge donne une mesure du degré d'ionisation de l'air est chargé d'électricité négative, sa charge, neutralisée par les ions positifs de l'air qu'il attire à sa surface, diminue plus rapidement que s'il avait une charge positive neutralisée progressivement par les ions négatifs. La charge portée par cet excès d'ions positifs dans un volume d'air donné peut, notamment d'après les recherches d'Ebert, atteindre le quadruple ou même plus de la charge totale des ions négatifs.

Si nous admettons que la quantité d'électricité constituant la charge d'un seul ion est la même en valeur absolue, quel que soit son signe, ce qui a été, du reste, établi par toutes les mesures quantitatives faites sur ce point, nous pouvons conclure de ce qui précède qu'il y a plus d'ions positifs dans les couches de l'atmosphère où l'on a jusqu'ici fait des mesures, qu'il y a d'ions négatifs.

Il reste que l'air contient un excès d'électricité positive ; nous avons vu au chapitre II que l'on était arrivé à ce résultat par une autre méthode absolument indépendante. Il est, d'ailleurs, évident que la densité électrique de l'air ρ , définie par l'équation de Poisson, s'entend uniquement de l'excès de la quantité d'électricité portée par les ions d'un signe sur la charge totale des ions de signe contraire.

Il serait intéressant de faire des mesures combinées et systématiques de ρ par les deux méthodes ci-dessus indiquées, dans le but de voir si numériquement les valeurs obtenues concordent.

IV. — VARIATION DIURNE DU CHAMP ÉLECTRIQUE DE L'ATMOSPHÈRE.

a) La différence de potentiel entre un point de l'air et le sol n'est pas la même aux différentes heures du jour.

Presque tous les observateurs qui ont étudié cette variation, depuis les travaux classiques de de Saussure, ont constaté qu'elle présente généralement l'allure d'une oscillation double, avec deux maxima très accentués vers 8 heures du matin et 8 heures du soir, en moyenne, séparés par deux minima, l'un pendant le jour, l'autre pendant la nuit, ce dernier étant ordinairement le plus important et, chose remarquable, se produisant dans toutes les stations et en toute saison sensiblement à la même heure (4 à 5 heures du matin).

La courbe de la figure 1 (qui nous a été obligeamment communiquée par M. Moureaux, directeur de

l'Observatoire du Parc Saint-Maur) montre bien le caractère de ce type de variation.

L'oscillation diurne double du champ a été depuis longtemps constatée dans les stations et sous les latitudes les plus diverses (Perpignan, Paris, Saint-Maur, Rome, Naples, cap Horn, Biskra, Batavia, Louxor, etc.), et l'on a cru jusqu'à ces dernières années qu'elle représentait l'allure constante du phénomène. De plus, comme la pression barométrique, dans la plupart des stations, présente, elle aussi, une double oscillation diurne, on a été naturellement porté à considérer le premier de ces phénomènes comme engendré par le second; même une théorie récente, celle d'Ebert, que nous examinerons plus loin, est basée en partie sur cette idée.

2° D'autre part, M. Chauveau a eu l'idée d'étudier simultanément la variation diurne du champ en deux stations (le Bureau Central Météorologique et le sommet de la Tour Eiffel), très voisines et différant, cependant, beaucoup d'altitude: ses patientes et belles recherches ont établi que, tandis que la variation diurne au Bureau Central présente l'oscillation double ordinaire, la courbe au sommet de la Tour Eiffel est entièrement différente, et présente la forme générale d'une onde simple, avec maximum diurne et minimum de nuit, ce qui est précisément l'allure constatée au sommet des montagnes. M. Chauveau en a conclu que le voisinage du sol se manifeste dans la variation diurne par une influence perturbatrice, produisant un affaiblissement du champ au milieu de la journée.

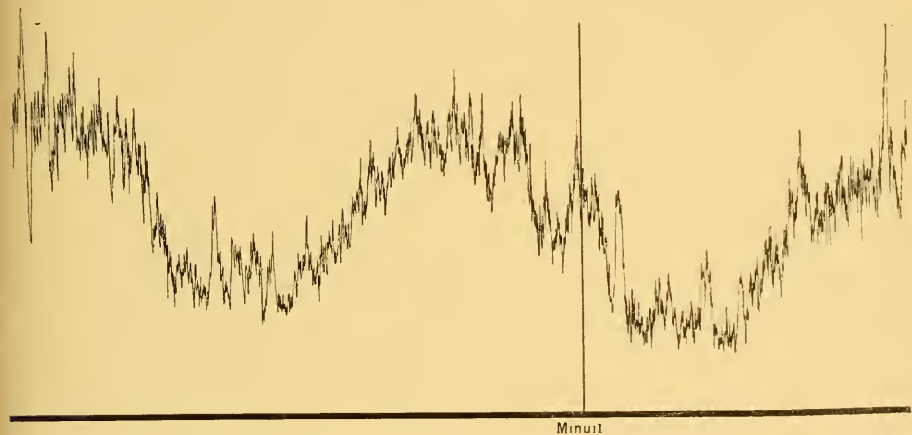


Fig. 1. — Variation diurne du champ électrique de l'atmosphère au Parc Saint-Maur.

b) Des recherches plus récentes ont remis tout cela en question :

1° D'une part, on a constaté que, dans les stations d'altitude élevée, la variation diurne change complètement de type. MM. Elster et Geitel, notamment, ont établi qu'au sommet du Sonnblick (3.000^m) le minimum de jour disparaît pour faire place à un maximum unique, dans lequel semblent se fondre les deux maxima habituels du matin et du soir, de sorte que la variation du champ est une onde simple avec maximum diurne et minimum nocturne. Toutes les observations faites récemment sur les sommets de montagnes ont conduit au même résultat¹.

Nous verrons, au paragraphe suivant, que cette influence paraît, d'autre part, en rapport avec l'élévation de la température.

c) Enfin, l'auteur de cet article a eu l'occasion, au cours d'une récente mission en Algérie, dont le Bureau des Longitudes lui avait fait l'honneur de le charger, de faire sur ce point une série d'observations dont nous demandons la permission de dire quelques mots, étant données les conditions particulières dans lesquelles elles ont été exécutées et les résultats particulièrement nets qu'elles ont fournis.

Nous avons enregistré à Philippeville, d'une manière continue, du 7 août au 21 septembre dernier, la variation diurne du champ. La station choisie se trouvait sur une éminence de 160 mètres d'altitude, tombant presque à pic au bord de la mer et, au contraire, par une pente très douce vers l'intérieur des terres. Cette station, où le climat est très régu-

¹ Nous devons signaler à ce propos une très remarquable série de recherches exécutées récemment dans l'Antarctide par M. le lieutenant de vaisseau Rey, et d'où il semble ressortir nettement que, sous ces latitudes, la variation diurne a également la forme d'une onde simple (C. R. du 20 novembre 1905).



Fig. 2. — Variation diurne du champ électrique au bord de la mer, à Philippeville.

lier en été, est exposée régulièrement pendant les heures du jour au vent de mer et la nuit au vent de terre. Les courbes diurnes obtenues dans ces conditions présentent une uniformité et une régularité d'aspect exceptionnelles, et telles qu'un grand nombre d'entre elles sont pour ainsi dire superposables.

Le tableau ci-dessous représente en volts, d'après la moyenne des courbes les plus calmes, les excès positifs ou négatifs moyens de la valeur du champ par rapport à la moyenne diurne à toutes les heures du jour et de la nuit :

Excès horaires par rapport à la moyenne.

Minuit	- 12
1 h. m.	- 15
2 —	- 17
3 —	- 20
4 —	- 21
5 —	- 22
6 —	- 20
7 —	- 20
8 —	- 17
9 —	- 6
10 —	- 2
11 —	+ 1
Midi.	
1 h. s.	+ 7
2 —	+ 11
3 —	+ 15
4 —	+ 19
5 —	+ 27
6 —	+ 26
7 —	+ 24
8 —	+ 26
9 —	+ 19
10 —	+ 7
11 —	- 2
12 —	- 9

Nous donnons, à titre d'exemple, l'une des courbes obtenues (fig. 2).

La variation diurne est donc caractérisée dans son ensemble par une oscillation simple avec un maximum vers 4 heures du soir et un minimum vers 5 heures

du matin; on voit qu'elle serait assez bien représentée par une onde sinusoïdale à période de 24 heures.

Ce qui peut donner quelque intérêt à ce résultat, c'est que, tandis que M. Chauveau avait dû, pour obtenir une variation diurne à onde simple, s'élever à 300 mètres au-dessus du sol, tandis que, d'autre part, MM. Elster et Geitel n'avaient obtenu une variation de ce type, en un point près du sol, qu'en choisissant une station de grande altitude, les courbes de Philippeville ont été obtenues en un point à la fois très voisin du sol et de faible altitude. Mais, par suite de la situation particulière du lieu d'observation, l'air qui, pendant toute la journée, se trouve au voisinage de l'appareil, provient sans cesse directement de la mer, sans avoir passé sur une surface appréciable de terrain.

De tout cela on peut déduire, semble-t-il, que, si, comme l'a montré M. Chauveau, l'oscillation diurne double du champ dans les stations ordinaires tient à une influence perturbatrice du sol, cette influence provient du voisinage du sol non pas directement, mais indirectement, par une action de l'air ayant séjourné au voisinage du sol.

L'idée que le minimum habituel de la courbe du champ au milieu du jour serait dû à ce que les courants d'air ascendants, produits par l'échauffement du sol, emportent dans l'atmosphère des poussières et avec elles de petites parties de la charge négative terrestre, serait bien d'accord avec ce résultat.

Celui-ci conduirait à écarter, au contraire, l'hypothèse d'après laquelle le minimum diurne du champ serait dû à l'affaiblissement de la radiation solaire que l'on constate généralement au milieu du jour; en outre, nous n'avons trouvé aucun rapport apparent à Philippeville entre la variation diurne simple du champ et l'oscillation du baromètre qui s'y est chaque jour montrée nettement double.

Il restera, en tout cas, à expliquer l'allure simple de la variation diurne du champ, et nous verrons qu'aucune des théories récentes n'y a encore réussi.

V. — VARIATION ANNUELLE.

La valeur moyenne diurne du champ n'est pas la même, en un point, aux différentes saisons, mais subit, dans toutes les stations pour lesquelles on possède des séries d'observations suffisamment étendues, une variation annuelle extrêmement nette, avec maximum en hiver (décembre-janvier) et minimum en été (juillet-août). Cette variation est très accentuée et la valeur moyenne du champ peut varier du simple au double, et même plus, d'une saison à l'autre. Par exemple, à Greenwich,

d'après la moyenne de quatre années¹, le champ moyen passe de 43 volts pour les mois d'été à 109 volts pour ceux d'hiver.

Il semble donc, en quelque sorte, que les lignes équipotentiellles qui entourent la surface terrestre se dilatent en passant de la saison froide à la saison chaude.

En outre, la variation diurne elle-même se modifie en un même lieu d'une saison à l'autre. M. Chauveau, MM. Elster et Geitel et d'autres ont montré, en effet, que, dans les stations où la variation diurne présente une double oscillation, le minimum du milieu du jour, très accentué en été, se dessine de moins en moins nettement à mesure qu'on se rapproche de l'hiver, comme si, de l'une à l'autre saison, la variation diurne avait une tendance à passer du type à oscillation double au type à oscillation simple avec maximum de jour. En particulier à la Tour Eiffel, M. Chauveau a observé que l'oscillation diurne en automne présente nettement la forme simple, alors que, pendant les mois chauds, il reste durant l'après-midi des traces d'un minimum secondaire; M. Chauveau en a déduit que l'influence perturbatrice provenant de la proximité du sol, et qui produit ordinairement le minimum du milieu du jour, est en rapport avec l'élévation de la température. Effectivement, si ce minimum est, suivant le mécanisme que nous avons indiqué, dû aux particules négatives élevées du sol échauffé par les courants d'air ascendants, il est probable que, l'échauffement de la surface terrestre étant beaucoup moindre en hiver, ce minimum devra être moins accentué.

Il est, d'ailleurs, à remarquer que les courbes que nous avons enregistrées à Philippeville, au voisinage du sol, et qui ne présentent aucune trace d'un minimum diurne, ont été obtenues pendant l'été, alors que les courbes de la Tour Eiffel, obtenues à la même saison, à 300 mètres du sol, et bien que la température moyenne y fût alors bien moindre qu'à Philippeville, présentent ce minimum.

On peut, semble-t-il, en tirer cette conclusion, conforme à ce que nous avons déjà vu : que l'action perturbatrice du sol sur la variation diurne du champ peut être complètement annulée, même dans la saison la plus chaude et au voisinage immédiat du sol, si les masses d'air dans lesquelles on opère n'ont pas stagné en quelque sorte près de la surface terrestre, et proviennent, comme dans nos expériences de Philippeville, de la mer.

VI. — INFLUENCE DE QUELQUES PHÉNOMÈNES ACCIDENTELS SUR LE CHAMP.

La plupart des perturbations atmosphériques produisent, dans l'allure ordinaire du potentiel de

l'air, des modifications locales qui sont parfois d'une intensité extraordinaire. Nous n'en citerons que deux exemples :

1° Les chutes de pluie déterminent presque toujours des variations très grandes du champ; le plus souvent, celui-ci devient alors fortement négatif; quelquefois aussi, il s'exagère dans le sens positif; la courbe de la figure 3, que nous avons obtenue à Philippeville le 13 septembre dernier, présente un curieux exemple de ce second cas.

Ce jour-là, le temps avait été très beau jusque vers 2 h. 40, heure à laquelle le ciel s'est couvert de cumuli légers; de 2 h. 35 à 2 h. 58, c'est-à-dire



Fig. 3. — Influence d'une pluie sur le champ électrique de l'atmosphère.

pendant trois minutes seulement, il y a eu une chute soudaine de pluie qui a été exactement notée et qui correspond sur la courbe aux abscisses de deux traits pointillés. On voit que le champ, qui, déjà *plus d'un quart d'heure* avant les premières gouttes d'eau, s'était mis à croître avec une grande rapidité, s'est trouvé, au moment précis de la pluie, à sa plus grande valeur positive (au moins 5 fois plus grande que sa valeur habituelle et telle que l'image est sortie de l'enregistreur). Si nous nous sommes permis de rapporter en détail cette observation, c'est qu'elle nous a paru typique du fait que l'influence d'une chute de pluie sur le champ commence à se manifester un temps notable avant que les premières gouttes d'eau parviennent au sol. Il semble qu'on ne peut interpréter ce phénomène qu'en admettant que cette pluie portait avec elle une forte charge positive; elle a commencé à agir

¹ CHAUVEAU : *Loc. cit.*

par influence sur les appareils placés au voisinage du sol, alors qu'elle était encore à une assez grande hauteur.

Et, à ce propos, il faut remarquer qu'à part quelques observations isolées faites en Allemagne, on ne possède encore aujourd'hui aucun ensemble de données sur la question dont Lord Kelvin montrait, dès 1863, toute l'importance en l'énonçant en ces termes : « Les particules de pluie, de grêle et de neige possèdent-elles des charges absolues d'électricité en tombant à travers les couches d'air ? S'il en est ainsi, sont-elles positives ou négatives et comment varie leur intensité dans les différentes conditions de lieu et de temps ? » (Discours à la Royal Institution).

2° Le vent seul suffit parfois à perturber le champ : mais, dans nos régions, son effet n'est jamais très notable. En revanche, la courbe de la figure 4, obtenue pendant notre séjour à Philippeville un jour de fort sirocco, et que

nous reproduisons sans commentaires, montre quelles modifications extraordinairement rapides et intenses, non seulement de la valeur du champ, mais de son signe, peut produire le vent du désert.

A ce sujet, qu'il nous soit permis de rapporter une remarque curieuse que nous avons faite pendant notre séjour au désert dans l'extrême Sud-oranais, et que plusieurs officiers séjournant dans ces régions nous ont confirmée : par temps de sirocco, les queues et les crinières des chevaux arabes offrent souvent une apparence très bizarre ; les poils, au lieu de tomber normalement, s'écartent très obliquement les uns des autres jusqu'à être presque horizontaux, et cela dans tous les azimuts (ce qui prouve que ce n'est pas un effet mécanique du vent) : si l'on vient alors à les toucher de la main, ils retombent instantanément pour, bientôt après, diverger de nouveau progressivement. Si l'on veut se rappeler que les chevaux arabes ne sont pas ferrés, et sont, par suite, assez bien isolés électriquement sur leurs sabots, il paraîtra naturel de penser que les poils des

crinières jouent le rôle des feuilles d'un électroscope et prennent facilement, par suite de leur forme effilée, le potentiel de l'air ambiant, ce qui, lorsque le sirocco donne à ce potentiel de très grandes valeurs (comme la courbe précédente en fait foi), suffit à les faire diverger notablement. Peut-être est-ce aussi dans cette direction qu'il faudrait chercher l'explication de l'influence étrange qu'exerce le sirocco sur le système nerveux d'un grand nombre de personnes.

VII. — EFFETS DES ÉCLIPSES DE SOLEIL.

Le fait que le champ terrestre présente des varia-

tions de périodes diurnes et annuelles semble indiquer, indépendamment de bien d'autres considérations, que, plus ou moins directement, il est sous la dépendance du Soleil. Il semble d'ailleurs que cette dépendance, si elle est réelle, doive être com-

plexe. D'une part, en effet, d'après les caractères de la variation diurne dégagés de l'influence du sol, les plus grandes valeurs du champ correspondent aux heures de la plus forte insolation, le minimum ayant lieu la nuit ; d'autre part, au contraire, l'allure de la variation annuelle est telle que les plus grandes valeurs moyennes du champ correspondent à la saison où la radiation solaire est minima. Il semble qu'il y ait là une contradiction apparente et nous y reviendrons tout à l'heure (v. ci-dessous chap. VIII et IX).

Quoi qu'il en soit, on a été amené à se demander si la diminution du rayonnement solaire lors d'une éclipse pouvait modifier l'allure habituelle du champ, et dans quel sens. Et, à l'occasion de l'éclipse totale du 30 août dernier, des expériences ont été tentées dans ce sens par divers observateurs en Espagne et aux Baléares et par l'auteur de cet article à Philippeville. Malheureusement, partout, sauf à Philippeville, le temps fut couvert et l'effet possible de l'éclipse masqué par des perturbations du champ dues aux irrégularités météorologiques.

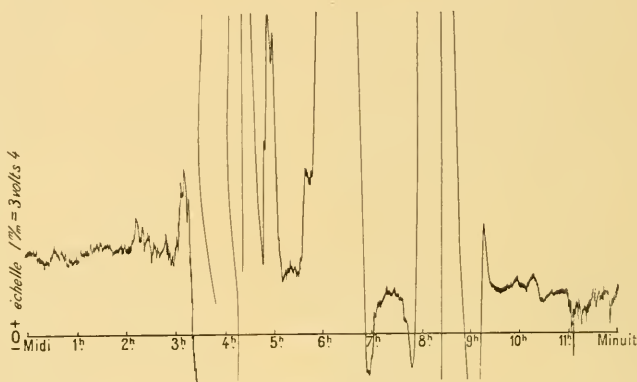


Fig. 4. — Influence du sirocco sur le champ électrique de l'atmosphère à Philippeville.

Il faudra donc attendre d'éclipses ultérieures la confirmation ou l'infirmité des résultats que nous avons obtenus à Philippeville; mais ceux-ci paraissent tellement nets, et ils ont été obtenus dans des conditions météorologiques si favorables, qu'il ne paraîtra peut-être pas inutile de les indiquer brièvement ici.

La figure 5 représente la courbe obtenue le jour de l'éclipse: le trait pointillé représente aux mêmes heures, d'après la moyenne des courbes les plus calmes des jours voisins de l'éclipse, l'allure normale du champ au lieu d'observation.

On voit que le champ, qui, jusqu'au début de l'éclipse, était voisin de sa valeur habituelle et plutôt légèrement plus faible, a commencé à s'élever et à dépasser celle-ci dès le premier contact, pour se maintenir au-dessus de sa valeur habituelle moyenne pendant toute la durée du phénomène et jusqu'au dernier contact.

Mais le caractère le plus remarquable de la courbe est l'existence d'un maximum extrêmement accentué (marqué en M sur la figure), qui est le maximum maximorum de toute la journée, et qui s'est produit à 2 h. 45 environ. Or, précisément à la même heure, la courbe de la conductibilité due aux ions positifs de l'air, enregistrée au moyen de notre

ionographe à écoulement liquide légèrement modifié, indiquait un minimum absolu (fig. 6).

En outre, cette dernière courbe présente une allure descendante progressive jusqu'à son minimum pour remonter graduellement ensuite, de telle sorte que les phases du minimum de la courbe sont en retard sur les phases astronomiques de l'éclipse.

Sans nous étendre davantage sur ces faits, qui demandent à être étudiés à nouveau, lors d'éclipses ultérieures, nous remarquerons seulement :

1° Qu'il semble y avoir une connexion directe entre l'augmentation du champ observée à Philip-

peville pendant l'éclipse et la diminution constatée de l'ionisation positive de l'air; que cet effet est conforme à la théorie, car Elster et Geitel ont montré que, toutes choses égales d'ailleurs, toute diminution momentanée de la conductibilité de l'atmosphère doit correspondre à une augmentation du champ;

2° Que la diminution du rayonnement solaire par l'interposition de la Lune s'est accompagnée d'une modification du champ dont le sens est le même que celui

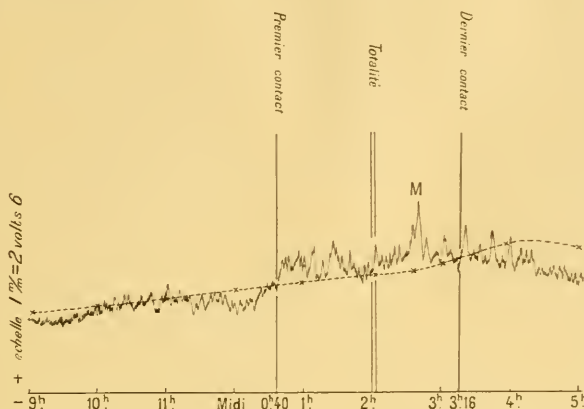


Fig. 5. — Variation du champ électrique de l'atmosphère à Philippeville pendant l'éclipse de Soleil du 30 août 1905.

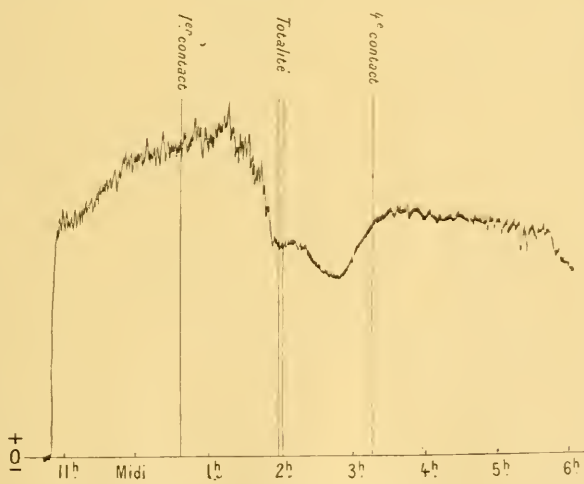


Fig. 6. — Courbe des ions positifs de l'air à Philippeville pendant l'éclipse de Soleil du 30 août 1905.

¹ Pour les détails de ces expériences et la description de l'ionographe employé, voir les notes de l'auteur dans les *Comptes rendus* du 4 décembre 1905 et du 12 mars 1906.

qu'on observe par suite de la diminution de ce rayonnement de l'été à l'hiver.

VIII. — IDÉES THÉORIQUES RÉCENTES SUR LA QUESTION.

Il nous reste à indiquer brièvement comment la considération des ions atmosphériques a, en ces dernières années, modifié nos idées sur le champ électrique de l'atmosphère et ses diverses particularités.

Pour les théories plus anciennes, nous renverrons, afin de ne pas surcharger cet article déjà trop long, à l'exposition complète qu'en a faite M. Chauveau dans ses Mémoires.

§ 1. — Théorie d'Elster et Geitel.

Après leur découverte des ions ou charges électriques libres de l'atmosphère, produits à chaque instant par le rayonnement radio-actif du sol et sans doute d'autres causes encore mal connues, MM. Elster et Geitel, se basant sur le fait, établi par Zéléný, que le coefficient de diffusion est plus grand pour les ions négatifs que pour les positifs, en ont déduit que, dans un temps donné, la surface du sol doit recueillir un nombre des ions négatifs de l'air environnant plus grand que celui des ions positifs: la Terre prendrait ainsi une charge négative, tandis que l'air lui-même garderait un excès d'électricité positive. Dans cet ordre d'idées, la chute normale du potentiel s'explique aisément, et aussi d'autres particularités de l'électricité atmosphérique, notamment la diminution du champ avec l'altitude puisque l'air renferme un excès d'ions positifs.

Il faut remarquer, cependant, que le champ électrique ainsi créé au voisinage du sol doit tendre rapidement à produire un effet inverse de celui de la diffusion: on sait, en effet, que, dans un champ donné, les ions positifs se déplacent vers le côté négatif du champ les ions négatifs allant en sens inverse, et avec une vitesse proportionnelle à l'intensité de ce champ. De la sorte, il doit s'établir un état d'équilibre tel que l'excès de charge négative amené au sol par l'inégale diffusion des ions soit compensé par l'apport d'un excès d'ions positifs dû au champ ainsi créé. Or, divers observateurs, et notamment M. G. Simpson, ont recherché quel pouvait être l'ordre de grandeur de ce champ limite: en plaçant une sphère électriquement isolée au sein d'un gaz ionisé, ils ont constaté que le champ ainsi créé est sensiblement nul et notablement insuffisant pour expliquer de la sorte le champ si intense de l'atmosphère, alors qu'au contraire un conducteur peut, par le simple effet de la diffusion, prendre une charge assez notable, lorsque, comme dans l'expérience de Zéléný, il est creux et traversé par le gaz ionisé.

Il semble que, dans ce dernier cas, la grandeur de l'effet obtenu tienne à ce qu'il ne peut pas se créer de champ antagoniste dans la cavité traversée par le gaz ionisé. Or, dans le cas du globe terrestre, l'effet de la diffusion ne peut s'exercer intégralement de la sorte que dans un nombre limité de cas, et notamment à l'abri des anfractuosités du globe qui protègent électrostatiquement l'air sous-jacent contre l'action directe du champ extérieur.

En résumé, si l'on peut dire que l'hypothèse si simple d'Elster et Geitel a ouvert des horizons absolument nouveaux à la Météorologie électrique, il n'est pas encore prouvé qu'elle concorde quantitativement avec les phénomènes; en particulier, dans sa forme primitive, elle paraît incapable d'expliquer la persistance, jusqu'à plus de 3.000 mètres de hauteur, des charges positives libres de l'air, car elle n'indique pas par quel mécanisme elles se transporteraient jusqu'à ces altitudes.

En outre, les volumes de l'atmosphère où la diffusion seule peut avoir son effet sont très petits et négligeables par rapport à ceux où se produit l'effet antagoniste du champ.

§ 2. — Théorie d'Ebert.

M. H. Ebert a très heureusement modifié de la façon suivante l'hypothèse d'Elster et Geitel: Il résulte des expériences de ces derniers que l'air qui se trouve dans les cavités et les pores de la surface terrestre est fortement ionisé, et beaucoup plus que l'air extérieur: M. Ebert suppose alors, avec beaucoup de vraisemblance, 1° que toute baisse barométrique doit expulser du sol une partie de l'air ionisé qu'il contient; 2° que cet air, en circulant alors dans les pores terrestres, doit céder par diffusion à leurs parois plus d'ions négatifs que de positifs, de sorte qu'il apporte à l'atmosphère un excès d'ions positifs que les vents et les courants d'air ascendants doivent transporter jusqu'aux couches les plus élevées. Ainsi, le champ terrestre normal se régénérerait sans cesse partout où de forts échauffements du sol ou des minima barométriques laisseront échapper des quantités notables de l'air contenu dans les pores, fentes, cavernes et cavités diverses du globe. Il est vrai que les dépressions barométriques sont toujours compensées en d'autres endroits par des hautes pressions équivalentes qui tendront, au contraire, à refouler l'air dans les pores du sol; mais cet effet ne pourra que très faiblement diminuer l'effet précédent, car l'air libre est beaucoup moins fortement ionisé que l'air aspiré du sol, comme l'ont établi Elster et Geitel.

Poussant plus loin encore ses déductions, M. Ebert explique de la même manière le parallélisme souvent constaté entre la double période diurne du baromètre et celle de l'électricité atmo-

sphérique, qu'il considère comme une relation de cause à effet. D'ailleurs, indique-t-il, il ne faut pas s'attendre à une coïncidence des maxima et des minima des deux périodes considérées; en effet, l'air repoussé par une pression barométrique dans les pores capillaires du sol doit vaincre pour y pénétrer une grande résistance de frottement; cette résistance s'exerce aussi lorsqu'une dépression aspire l'air au dehors, ce qui pourra retarder de plusieurs heures l'expulsion de l'air fortement ionisé des couches terrestres un peu profondes. Ainsi s'expliqueraient les différences de phases constatées entre la courbe diurne du baromètre et celle du potentiel.

Telle est, dans ses grandes lignes, la théorie d'Ebert, inspirée, comme on voit, des idées d'Elster et Geitel. Par sa simplicité, par le grand nombre de faits qu'elle explique, elle a de suite attiré l'attention, et elle est apparue à tous comme un réel progrès. Elle a soulevé, d'ailleurs, en Allemagne et en Angleterre, des polémiques très vives portant principalement sur la mesure dans laquelle elle peut interpréter *quantitativement* les phénomènes. On a fait à ce sujet des expériences contradictoires; nous n'en parlerons pas, car, à notre avis, les mesures faites jusqu'ici sur la teneur en ions des diverses couches atmosphériques sont trop peu nombreuses, et localisées en un trop petit nombre de lieux du globe, pour fournir des bases certaines à des calculs quantitatifs (sinon à l'ordre de grandeur près; et, à ce point de vue, la théorie d'Ebert n'est, peut-on dire, ni confirmée, ni infirmée nettement). Toute discussion numérique nous semble sur ce point d'autant plus prématurée que ni Ebert ni ses contradicteurs n'ont tenu compte, dans leurs expériences et leurs calculs, des gros ions de faible mobilité, qui, d'après M. Langevin, se trouvent en très grand nombre dans l'atmosphère.

Restant uniquement sur le terrain *qualitatif*, nous ferons simplement quelques remarques qui laissent d'ailleurs intacte la valeur des idées si originales d'Ebert; elles ont simplement pour but de montrer que les causes qu'il invoque sont loin d'être les seules qui concourent aux manifestations de l'électricité atmosphérique, et doivent être fréquemment accompagnées et même masquées par d'autres beaucoup plus importantes.

a) La variation diurne du champ, dès qu'on s'élève à une faible distance du sol, comme l'a établi notamment M. Chauveau, se modifie, et de double devient une période d'onde simple; on ne voit pas alors comment peut intervenir l'explication de M. Ebert pour la théorie de la période diurne dans les couches d'air qui ne sont pas au contact immédiat du sol. La variation diurne du baromètre est,

en effet, la même, par exemple à la Tour Eiffel et au Bureau Central météorologique; or, celle du champ électrique y est fort différente;

b) La variation diurne du baromètre ne change pas sensiblement de l'été à l'hiver; or, la double oscillation du champ est beaucoup moins prononcée à la saison froide qu'à l'autre; si l'on essaie de faire intervenir, comme Ebert, l'échauffement du sol comme facilitant l'expulsion de l'air occlus, on trouve, en outre, contrairement aux faits, que la dépression minimale du champ, au milieu du jour, devrait être plus prononcée en hiver qu'en été, puisqu'en été l'air surchargé d'ions positifs s'échappe en plus grande quantité du sol échauffé; en outre et pour les mêmes raisons, et contrairement à ce qui est constaté, la valeur moyenne du champ devrait être plus grande en été qu'en hiver;

c) Si l'expulsion hors du sol de l'air surchargé d'ions positifs était la seule source du champ électrique de l'atmosphère, ce champ aurait dû, dans notre station de Philippeville, être beaucoup plus intense la nuit, quand le vent souffle de terre, que le jour, quand il vient de mer. Or, c'est l'inverse qu'indiquent nos courbes. Il y a donc une source d'électrisation positive de l'air provenant de la mer, qui doit être beaucoup plus importante que celle indiquée par Ebert;

d) Enfin, on ne voit pas plus dans les idées d'Ebert que dans celles d'Elster et Geitel quelle cause peut élever jusqu'à une altitude supérieure à 3.000 mètres l'excès d'ions positifs dont la décroissance constatée du champ a indiqué la présence à ces hauteurs, d'autant plus que le champ lui-même tend, au contraire, à repousser les ions positifs vers le sol et à élever les négatifs.

§ 3. — Idées de M. Gerdien.

C'est précisément cette dernière contradiction qu'a eu en vue M. Gerdien dans les très intéressantes considérations qu'il a exposées récemment et qui complètent heureusement les théories antérieures, en faisant intervenir, comme facteur fondamental de la production des phénomènes, l'effet des précipitations atmosphériques pluie, neige.

Tandis que, dans les hypothèses d'Elster et Geitel et d'Ebert, la séparation des ions aériens des deux signes, qui régénère sans cesse le champ terrestre, se faisait dans les couches les plus voisines du sol, d'après Gerdien elle aurait lieu principalement dans les couches les plus élevées, par suite de la propriété qu'ont les ions des deux signes de condenser inégalement la vapeur d'eau. Rappelons d'abord que cette propriété a été découverte par M. Wilson, qui, en produisant la détente d'un certain volume d'air saturé d'humidité, a montré que la condensation de la vapeur en gouttelettes se

produit autour des ions négatifs pour une détente de 1,25 volumes, et aussi pour les ions positifs, lorsque la détente est plus grande et atteint 1,38 volumes. Voici ce qui se passerait alors dans l'atmosphère : l'air ionisé des couches inférieures emporte avec lui son humidité vers des couches plus élevées lorsqu'il se produit des courants d'air ascendants ; par suite de la diminution de pression avec l'altitude et pour des vitesses ascendantes suffisantes, il se produit une détente sensiblement adiabatique de ce gaz, se traduisant par une sur-saturation de son humidité.

Pour une certaine altitude et une certaine vitesse du courant d'air ascendant, la détente devient égale à 1,25 et la condensation des gouttelettes d'eau se produit alors autour des ions négatifs qui, considérablement alourdis par leur enveloppe liquide (dont plusieurs se réuniront peu à peu pour former des gouttes plus grosses), ne tarderont pas à avoir un retard sur le reste de la masse ascendante qui contient les ions positifs ; ceux-ci sont entraînés vers des régions plus élevées, où ils pourront à leur tour, pour une vitesse beaucoup plus grande du courant d'air, correspondant à une détente adiabatique de 1,38, servir de noyaux à de nouvelles gouttelettes. Mais il est évident que la formation de gouttelettes positives sera beaucoup plus rare que celle des gouttelettes négatives, puisqu'elle nécessite des vitesses de l'air ascendant beaucoup plus rarement réalisées. En un mot, il doit se former dans l'atmosphère des nuages chargés le plus souvent d'électricité négative, l'air ambiant restant positif ; et c'est précisément la chute de ces nuages négatifs sous forme de pluie qui régénérerait sans cesse la charge négative du sol et laisserait l'atmosphère chargée positivement, malgré la conductibilité due précisément aux ions des deux signes et qui tend à annuler continuellement ce champ. Autrement dit, les courants de convection négatifs dus aux chutes de pluie suffiraient, et au delà, à compenser le courant de conduction dû au champ terrestre, et qui tend à accumuler vers le sol les ions positifs.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'hypothèse de Gerdien : pour expliquer l'existence du champ dans les régions du globe où il ne pleut pas, son auteur admet, en outre, que l'air possédant un excès d'ions positifs est sans cesse amené par la circulation générale de l'atmosphère au-dessus des régions sans pluie. On voit de suite quel intérêt s'attacherait à une étude régulière de l'électricité pluviale ; les quelques données trop rares que nous possédons à ce sujet, et qui sont dues à Gerdien lui-même et à Elster et Geitel, tendent en tout cas à prouver dès maintenant que la charge des gouttes de pluie est le plus souvent négative, et d'une in-

tensité telle que, malgré la durée relativement faible des chutes de pluie, elle n'est numériquement guère inférieure, tout au moins dans nos climats, aux valeurs qu'exige cette théorie.

Pas plus d'ailleurs qu'Ebert, Gerdien n'explique les particularités de la variation diurne du champ, qui sont cependant, après l'existence même de celui-ci, les mieux établies peut-être parmi les faits connus de l'électricité atmosphérique. Il n'en reste pas moins que leurs hypothèses, écloses toutes deux dans le champ si fertile de la théorie des ions, et qui se complètent sans s'exclure, constituent les progrès théoriques les plus réels que l'on ait faits depuis longtemps dans la Météorologie électrique.

IX. — QUELQUES REMARQUES.

Il est assez curieux qu'Ebert ne tient pas compte, dans sa théorie, d'un fait remarquable qu'il a lui-même contribué à établir lors de ses expériences en ballon, à savoir : que la teneur en ions de l'air atmosphérique augmente rapidement avec l'altitude jusqu'à dépasser 23 fois, à 3.000 mètres de hauteur, sa valeur près du sol. Ce fait semble pourtant démontrer que les substances radio-actives du sol sont loin d'être la seule cause d'ionisation atmosphérique. Et il semble bien légitime, en effet, d'augurer que, tout au moins pour les couches élevées de l'atmosphère, le Soleil est un facteur important de cette ionisation, ne fût-ce que par son rayonnement ultra-violet, car Lénard a montré qu'un tel rayonnement agit à ce point de vue comme les corps radio-actifs. La conductibilité d'une partie de l'atmosphère étant en un lieu plus grande en été qu'en hiver doit donc, toutes choses égales d'ailleurs, diminuer le champ atmosphérique à la saison chaude, et ceci précisément expliquerait la variation annuelle du champ, que les théories d'Ebert et Gerdien laissent, comme nous l'avons vu, dans l'ombre, ainsi que la variation diurne.

Pour ce qui est de celle-ci, le seul fait qu'elle a une période de vingt-quatre heures nous paraît démontrer qu'elle est en quelque manière sous la dépendance du Soleil. Mais ici une contradiction se fait sentir puisque, tandis qu'en passant de l'été à l'hiver la diminution du rayonnement solaire s'accompagne d'un abaissement du champ, en passant du jour à la nuit elle coïncide, au contraire, avec une augmentation de celui-ci, lorsque l'on considère sa période diurne d'onde simple, dégagee de l'influence directe du sol.

L'action solaire serait donc complexe et aurait deux effets opposés dont l'un pourrait, suivant les circonstances, l'emporter alternativement sur l'autre : le premier doit être, comme nous venons de le voir, une conductibilité plus grande de l'air ;

le second devrait être une augmentation du champ. Il y aurait peut-être moyen de tout concilier en admettant, par exemple, que le Soleil nous envoie des rayons α , qui sont, comme on sait, chargés d'électricité positive et sont en même temps des ionisants intenses. Cette hypothèse ne paraîtra sans doute pas absurde, si l'on se souvient que la présence en grande quantité d'hélium dans le Soleil est une forte présomption pour qu'il y existe des radio-éléments. On sait, en outre, que les rayons α sont les seuls que ces corps émettent dans toutes les périodes de leur existence.

La charge d'ensemble de la Terre et de son atmosphère serait alors positive. Pour terminer, nous remarquerons qu'une cause sans doute très importante de l'électricité atmosphérique doit provenir du phénomène découvert il y a une dizaine d'années par Lénard : que des gouttelettes d'eau salée en mouvement prennent une charge négative

et laissent à l'air ambiant un excès d'électricité positive. Etant donné que la surface des océans représente la plus grande partie de celle du globe, on conçoit que le mouvement continu des vagues, éparpillant les gouttelettes d'eau à leur surface, doit fournir en permanence une électrisation positive à l'atmosphère. Les résultats obtenus à Philippeville au bord de la mer s'accordent, en particulier, très bien avec cette hypothèse.

Le phénomène de Lénard doit donc concourir, au même titre que ceux qui ont fait l'objet des théories exposées ci-dessus, à l'existence de l'électricité atmosphérique.

Tant il est vrai que la Nature emploie pour ses fins les moyens les plus disparates, sans souci des limites étroites de chaque théorie.

Ch. Nordmann,

Docteur ès sciences,
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris

LA PRODUCTION LÉGUMIÈRE MODERNE

Les hygiénistes s'accordent à reconnaître que, le plus souvent, l'alimentation des habitants des villes est vicieuse. Elle a pour base la viande, alors qu'elle devrait se composer, pour la plus grande part, de légumes. Ceux-ci, peu à peu, ne sont plus devenus que l'assaisonnement des plats. On ne sert presque plus de légumes seuls, à l'exception de quelques-uns, qui ne sont certes ni les plus hygiéniques, ni les plus nourrissants. Nous sommes loin de cette alimentation presque végétarienne qu'avec tant de raison on nous conseille d'adopter.

Et cependant, en ces temps modernes, toute une évolution s'est opérée dans la production légumière.

Grâce à de nouvelles forces contingentes, les légumes frais, venus en toute saison, qui étaient le privilège de quelques-uns, sont devenus à la portée de tous. C'est qu'autrefois ils étaient produits dans des conditions spécialement difficiles, à l'aide d'un outillage coûteux, au moyen de méthodes que, seuls, les initiés pouvaient appliquer et dont ils possédaient le secret.

Il fut un temps où l'art des maraîchers des environs de Paris était entouré d'un voile impénétrable, dont on ne pouvait percer le mystère. Leurs produits étaient à tel point estimés que, venus sur des terres dont le loyer annuel dépassait souvent 0 fr. 50 le mètre carré, ils étaient exportés jusqu'en Allemagne et en Russie. Nul ne savait les produire plus beaux, meilleurs et plus savoureux. Nul surtout ne possédait le secret de produire en toute saison, sous les frimas les plus durs, des légumes

qui semblaient venir avec le concours de l'ardent soleil, alors qu'ils avaient poussé sous le ciel brumeux de notre capitale. C'est ainsi qu'un producteur s'était engagé, et tint complètement sa promesse, d'apporter toute l'année, tous les quinze jours, à la Société d'Horticulture de France, plusieurs bottes d'asperges, toujours aussi grosses et aussi belles.

Autrefois, la science du maraîcher consistait à contrecarrer les saisons, à les ployer pour ainsi dire à sa volonté, en créant des milieux factices dans lesquels toutes les plantes se pouvaient développer et produire. Toute son intelligence, comme son inlassable activité, s'appliquait à trouver des méthodes, comme à créer des races, qui pussent lui permettre d'effacer les saisons et d'unifier la production, au point de donner l'illusion d'un éternel renouveau.

Mais ces produits chèrement conquis étaient l'apanage du riche. Or, on peut dire que la production culturale a suivi de près le mouvement général d'unification, de nivellement, qu'elle s'est démocratisée. Il n'est pas loin de nous le temps où la base de l'alimentation du peuple comprenait en tout huit ou dix légumes, que l'on consommait frais et nouveaux pendant la belle saison ou que l'on conservait pendant l'hiver. Ces conditions ne se retrouvent plus que dans les campagnes. C'est maintenant dans la ville, en toute saison, un approvisionnement régulier de tous les légumes mis à la portée de tous.

I

Que s'est-il donc passé? On peut résumer la situation en disant que, si l'art du producteur a été, il y a peu de temps encore, de savoir lutter contre le climat, il consiste aujourd'hui à savoir en tirer parti. Les voies de communication plus nombreuses, mieux desservies, pourvues d'un matériel plus moderne, plus perfectionné, jouent le rôle de canaux qui feraient communiquer des vases très éloignés en unifiant leur niveau.

La production maraîchère des environs des grandes villes a dû subir le choc résultant de ces circonstances nouvelles, impuissante à enrayer ou seulement à ralentir un mouvement qui porte une grave atteinte à ses prérogatives, nées de son opinionnaire travail, de son talent et, peut-on dire, de son art. Elle assiste à sa déchéance, sans y pouvoir rien changer. Elle se débat encore cependant; elle lutte avec les armes courtoises que lui donne sa connaissance profonde des plantes et du milieu dans lequel elle évolue. Elle garde encore, pour privilège, ses races les plus perfectionnées de légumes, qu'elle a su faire naître de toutes pièces par une sélection rigoureusement établie. Certes, les fruits de sa production sont les plus beaux, les meilleurs qui se puissent trouver, mais ils sont à tous moments concurrencés par ceux, venus sans peine, et encore sans assez de soins, sous un ciel plus clément, et que de rapides moyens de transport déversent sur nos marchés.

Le seul privilège qui lui reste encore réside dans sa science et son talent. Mais que demain le courant d'émigration des maraîchers eux-mêmes les chasse vers ces sources nouvelles et naturelles de production légumière, qu'ils emportent avec eux leurs semences obtenues au prix de tant de soins, et leur art de la culture, et c'en est fait de la production suburbaine.

Le fait est d'autant plus à prévoir que les circonstances mêmes d'où est né le maraîchage sont en train de s'atténuer, sinon de disparaître.

Quelles sont les raisons pour lesquelles ces habiles artisans sont venus s'établir aux portes des villes, dans l'intérieur même des remparts de la capitale, où le terrain leur est si parcimonieusement mesuré et où ils sont astreints à en payer un loyer excessif? Est-ce pour pouvoir transporter plus aisément leurs produits sur le marché? Cette cause n'a jamais été au nombre des raisons dominantes, et la meilleure preuve que l'on en puisse donner, c'est que bon nombre de légumes produits dans l'intérieur de Paris sont exportés jusque dans les capitales de toute l'Europe du Nord.

La raison dominante qui a rapproché la création des jardins maraîchers des villes, c'est la nécessité

d'avoir sous la main, pour l'établissement des couches, qui sont la base sur laquelle naît toute la culture forcée, des quantités énormes de fumier d'écurie, qui seul est capable, par sa fermentation, de donner au sol recouvert de vitrages la quantité de chaleur humide nécessaire à la bonne venue des végétaux.

Or, il n'y a pas à se le dissimuler, cette base première indispensable est en train de disparaître. Elle est sapée de tous côtés. D'une part, les grandes écuries cherchent à utiliser d'autres substances que la paille, matière nécessaire à l'établissement des couches; on la remplace par la tourbe, la sciure et des déchets d'industries diverses. Mais, ce qui est plus grave encore, le moteur animé tend à diminuer en nombre, dans les villes tout au moins, et l'on entrevoit déjà le jour où il aura fait place au moteur mécanique. A ce moment, le maraîcher sera privé de son indispensable outillage.

II

Mais les circonstances qui ont précédé cette cause de désorganisation des cultures urbaines sont, avons-nous dit, le développement des grands moyens de communication, qui, d'une part, a incité les peuples à se porter plus aisément, et avec moins de répugnance aussi, vers les régions qui semblent s'être rapprochées de nous, et, d'autre part, a facilité le transport des produits obtenus.

Le problème économique s'est renversé. Au lieu de lutter contre les saisons et le climat, le cultivateur s'en fait un auxiliaire et cherche à en tirer parti. Il s'établit là où les saisons plus douces lui permettent de cultiver plus longtemps à l'air libre. Il a compris que, même s'il doit se servir de verres, cloches ou châssis, il en tirera un parti meilleur là où le soleil plus chaud augmentera la puissance de son outillage. Et enfin l'organisation plus complète de nos colonies, la sécurité qui s'y développe, les voies d'accès et de communication intérieure chaque jour plus étendues, plus sûres et plus promptes, lui donnent le moyen d'assurer à bon compte l'écoulement des produits de sa culture. C'est ainsi qu'a pris naissance et que se développe avec une rapidité considérable le commerce des légumes d'Algérie.

Mais, malgré les énormes progrès accomplis en ces dernières années, et que les chiffres statistiques démontrent clairement, ce n'est là que l'aurore d'un jour nouveau. Il faut prévoir le moment où toutes les cultures de primeurs se feront exclusivement dans les régions chaudes. La vapeur, l'électricité, le froid artificiel auront fait leur œuvre et accompli ce bouleversement économique.

Il nous faut donc, non pas seulement suivre

ce mouvement, mais le prévoir et le diriger.

Les chiffres de la statistique des dernières années nous montrent l'importance du mouvement, qui ne s'arrêtera plus.

En effet, les indications qu'ils nous fournissent sont les suivantes :

Importations des légumes en France.

	POMMES DE TERRE nouvelles	AUTRES LÉGUMES
1899 . . .	110.932 quintaux.	57.760 quintaux.
1900 . . .	132.148 —	68.957 —
1901 . . .	137.710 —	71.294 —
1902 . . .	161.096 —	111.514 —
1903 . . .	166.971 —	106.901 —

Voici, pour l'année 1903, le chiffre d'exportation d'Algérie de quelques-uns des principaux légumes :

Artichauts	13.645 quintaux.
Haricots verts	32.315 —
Petits pois	11.142 —
Tomates	11.135 —

Ce serait folie que de chercher à enrayer un semblable mouvement. La sagesse veut qu'on le suive, ou le précède. Certes, le maraîchage de Paris n'est pas mort encore; mais, depuis dix ans, il se ressent déjà cruellement de l'importation des légumes de primeurs venus des régions plus chaudes. Ce malaise ne fera que s'accroître et, malgré l'extrême habileté des cultivateurs parisiens, il leur faudra céder à la force des événements. Ils s'en iront alors dans ces centres nouveaux de production. Ils y transporteront leurs semences sans rivaux, leurs méthodes admirables et leur indomptable énergie au travail. Et ils amélioreront en la transformant cette culture méridionale, trop primitive encore, comme ils ont su ployer à leurs besoins, pendant un si long temps, la culture maraîchère de Paris et des grandes villes.

C'est qu'en effet la culture méridionale est loin d'avoir dit son dernier mot. Elle est sortie de la période des hésitations et des tâtonnements, mais elle a encore, à l'heure présente, beaucoup à faire pour élever, dans la perfection de ses méthodes, les résultats obtenus par la culture maraîchère métropolitaine. Il faut que cette dernière lui prête main-forte et que, se ployant aux exigences économiques du moment, elle envoie ses travailleurs diriger ce mouvement, si puissant déjà à l'heure actuelle, et qui, par la force naturelle des choses, ira nécessairement en grandissant.

Il est loin de nous le temps où, péniblement, le jardinier essayait de produire, au prix de quels efforts, pendant la période hivernale, des légumes qui ne pouvaient paraître, en raison de leur haute valeur, que sur la table des privilégiés de la fortune. Aujourd'hui, ces mêmes produits sont devenus

populaires; on les consomme à bas prix pendant toute la saison froide. Le bien-être s'en est accru et l'hygiène elle-même y a gagné, par la création d'une alimentation meilleure, et plus variée, car les légumes frais ont remplacé les conserves végétales qui tendent à disparaître.

Elles ont paru cependant, à un moment donné, comme le dernier cri de la civilisation moderne. Elles ne sont plus, en ce qui concerne les légumes, qu'une nécessité pour les points que n'a pas touchés encore le réseau des communications rapides.

III

C'est qu'aujourd'hui le corollaire de la production sous des climats plus favorables a été l'étude des moyens de transport. Celle-ci comporte la rapidité de la locomotion elle-même et des transbordements, l'aménagement du milieu transporteur, l'abaissement des tarifs et enfin le perfectionnement de l'emballage.

Ce sont là autant de points qui méritent une étude spéciale, détaillée, minutieuse, et que le producteur devra faire pour mettre de son côté toutes les chances de succès. Malgré les grands progrès qui ont été déjà réalisés sous ces différents rapports, il reste encore beaucoup à faire. Cependant, il faut le reconnaître, les compagnies de transport ont fait leur possible pour favoriser le mouvement d'expansion et de diffusion. C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, qu'à l'heure actuelle les légumes chargés à Alger sont rendus vingt-quatre heures après à Marseille, où un train spécial les attend qui partira directement pour le Nord de l'Europe. Ce train est composé de wagons isothermes, c'est-à-dire présentant à leur intérieur une température constamment uniforme et se maintenant entre + 2° et + 6° aussi bien en hiver qu'en été, ce point ayant été déterminé comme étant le plus favorable à la conservation des fruits et légumes. En quarante-huit heures au plus, les légumes passent donc du champ algérien aux halles de Paris, ou chez les expéditeurs de Cologne. C'est déjà un progrès énorme, mais qui admet et qui réclame même déjà des perfectionnements.

La question des emballages a, elle aussi, une très grande importance. Le transport ne se fait bien qu'à la condition que les produits soient bien maintenus, qu'ils n'aient pas à subir de chocs, de meurtrissures, et qu'ils arrivent intacts; une autre difficulté réside dans l'emploi de matériaux légers, qui n'augmentent que dans la plus faible proportion possible ce que l'on peut appeler le poids mort. Des concours spéciaux ont été ouverts pour répondre à ce nouveau besoin; ils ont donné déjà des résultats favorables, qui iront encore en se per-

fectionnant. Chaque genre de produit admet à l'heure présente un emballage spécial, qu'il importe de connaître pour pouvoir se livrer à l'exportation des produits obtenus.

L'habileté des maraîchers, qui s'est efforcée de produire des légumes répondant aux exigences de la culture sous verre, s'exercera désormais à créer des races résistant aux transports, c'est-à-dire ayant des qualités spéciales de conservation et pouvant, par leur forme et leur nature, se plier aux meilleures conditions d'emballage.

C'est ainsi, pour ne citer ici qu'un exemple, que l'on commence à posséder des races de fraisières donnant des fruits plus fermes, et dont les petites graines de la surface sont saillantes, de façon à protéger la pulpe contre les chocs du voyage. Et ce fruit, le plus délicat de tous, commence déjà à être transporté pratiquement du littoral algérien en France.

IV

Ces quelques considérations, rapidement énoncées, montrent la transformation profonde qui est en voie de s'opérer dans la production des légumes et dont nécessairement il faudra tenir compte dans l'avenir.

La culture industrielle se trouve donc directement atteinte, et modifiée, par la mise en jeu de forces nouvelles.

Il n'en est pas moins vrai que la grande culture,

en plein champ, des légumes à gros rendements, conserve encore et conservera toujours, sans doute, sa raison d'être et ses avantages. Elle s'est beaucoup développée depuis que, il y a vingt ans, nous en montrions, pour la première fois, tout l'intérêt pratique. Elle fournit et fournira toujours le fond de l'alimentation du peuple.

Les modifications dont nous avons parlé porteront donc surtout sur la culture de primeurs, non sur la production en plein champ, qui, elle, ne peut que s'accroître et se perfectionner.

Mais, tandis qu'au début le producteur, confiné dans une région étroite, n'ayant d'autres concurrences à supporter que celle des cultures de la même contrée, pouvait se contenter d'exercer son métier et de perfectionner les plantes qu'il cultivait, il doit nécessairement tenir compte, à l'heure présente, des circonstances nouvelles qui l'entourent et qui font que, les distances n'étant plus rien aujourd'hui, il lui faut regarder plus loin et compter avec toutes les sources nouvelles de production.

Mais il en est résulté, au total, un immense bienfait dont nous sommes prêts déjà à oublier l'intérêt, tant les événements marchent rapidement, et tant on s'habitue vite à ce qui rend la vie plus facile et meilleure; il faut se garder d'en méconnaître l'importance économique et sociale.

J. Dybowski,

Directeur du Jardin colonial de Nogent-sur-Marne.

REVUE ANNUELLE D'EMBRYOLOGIE

I. — RECHERCHES NOUVELLES SUR L'ŒUF DES MAMMIFÈRES

Depuis l'année 1904, époque où nous donnions ici même l'état de nos connaissances sur l'élément sexuel femelle, peu de travaux importants ont paru, surtout en ce qui concerne l'œuf des Mammifères. Nous devons cependant nous arrêter sur les Mémoires de Van der Stricht¹, qui nous apporte une contribution des plus importantes sur « la structure de l'œuf des Mammifères », en même temps qu'il

résume clairement tous les travaux faits avant lui sur la même question.

Le Professeur Van der Stricht est certes un des histologistes auquel nous devons le plus pour la connaissance intime de l'œuf; nous sommes de ceux qui suivent ses travaux avec le plus vif intérêt; aussi nous permettra-t-il de lui faire d'abord une petite critique qui, du reste, est d'un ordre tout à fait général. Il y a cinq ans, un de ses élèves, Hans von Winiwarter, fit paraître un Mémoire : « L'Ovogenèse du Lapin et de l'Homme », mémoire excellent sous bien des rapports, et dont nous avons été heureux de pouvoir parler dans notre revue de 1904. Winiwarter avait employé, pour ses recherches, une très bonne technique, qui lui avait montré, dans la structure nucléaire des ovules, quelques aspects nouveaux à côté d'autres déjà décrits; séduit sans doute par la beauté de ses préparations, désireux certainement aussi de mettre de l'ordre dans la variété de ces aspects, il

¹ GUSTAVE LOISEL : Revue annuelle d'Embryologie. Deuxième partie. *Rev. gén. des Sc.*, 1904, t. XV, p. 144 et suiv.

² D. VAN DER STRICHT : La structure de l'œuf des Mammifères. 1^{re} partie : L'œocyte au stade de l'accroissement. *Arch. de Biolog.*, 1904, t. XXI, p. 1-101, pl. 1 à 111.

Id. : Seconde partie : Structure de l'œuf ovarique de la Femme. *Bullet. Acad. roy. de Med. de Belgique*, 1905, t. XIX, p. 303.

Id. : La structure de l'œuf des Mammifères (V. *Noctula*). *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, 1905, 6-12.

avait cru devoir créer une terminologie nouvelle ; cette terminologie était compliquée, certes, puisque Winiwarter arrivait à distinguer dans les seuls oocytes :

- des noyaux protobroques,
- deutobroques,
- synaptènes,
- leptotènes,
- pachytènes,
- diplotènes,
- dictés,

et, dans chacune de ces sortes, il trouvait encore le moyen de distinguer des variétés qu'il se contentait cette fois, heureusement, de désigner par les lettres de l'alphabet ; c'est ainsi qu'il décrivait des *noyaux protobroques, variété a* ; des *noyaux protobroques, variété b* ; des *noyaux synaptènes, variété e* ; des *noyaux synaptènes, variété f*, etc.

Nous n'avions pas parlé en son temps de cette terminologie, car nous ne lui croyions aucun succès ; or, voilà que le Professeur Van der Stricht l'adopte à son tour, en partie du moins, dans son Mémoire. Nous ne saurions trop le déplore, quant à nous, car nous estimons que c'est là une des erreurs les plus néfastes pour la science. Cette terminologie, comme la plupart de celles des histologistes, repose entièrement sur l'aspect que donnent à la matière vivante certaines méthodes techniques ; que ces méthodes changent ou se modifient, ce qu'elles font presque tous les ans, les aspects changeront quelque peu et de nouveaux noms viendront remplacer les anciens ; encore les remplaceront-ils seulement dans l'esprit de certains, dans ceux qui aiment la discontinuité dans l'étude des sciences ; les autres, au contraire, ceux qui ont l'esprit conservateur, s'en tiendront aux anciens jusqu'à ce que des savants renommés, tels que Van der Stricht, soient arrivés à répandre, à vulgariser le langage nouveau. C'est ainsi que, pour une bonne partie, va notre science, de verbiage en verbiage, cachant trop souvent la pauvreté des idées sous la richesse des mots. Nous ne voulons pas proscrire évidemment toute nouveauté en terminologie scientifique, car nous savons qu'il devient nécessaire, à un certain moment, d'employer de nouvelles appellations sous peine de confusion ; nous voulons dire seulement qu'il faut éviter de créer ou de propager une nomenclature pareille à celle de Winiwarter, qui se rapporte à des faits, tels que la disposition de la chromatine dans les noyaux, qui seront peut-être vus demain, avec une autre technique, sous des aspects nouveaux.

Revenons maintenant, après cette digression trop longue peut-être, à l'étude de l'œuf des Mammifères, d'après Van der Stricht.

§ 1. — La formation de l'œuf des Mammifères.

Les « oocytes de premier ordre » des Mammifères, qui sont probablement les ovules primordiaux (Oogonies ou Ureier) décrits par les auteurs dans les ovaires embryonnaires et fœtaux, manifestent leur croissance par deux ordres de phénomènes. C'est d'abord l'apparition ou, plus exactement, le développement du corps vitellin, corps de Balbiani ou centrosome primitif. Dans les oocytes les plus jeunes de la Chauve-Souris et de la Femme (fig. 1 et 2, c. r.), on parvient à le reconnaître sur des préparations très bien fixées¹, sous forme d'un amas arrondi ou ovalaire foncé, dense, très colorable par la safranine ou par l'hématoxyline ferrique ; si la couche vitello-gène (v.), dont nous parlerons plus loin, est bien visible, on la trouve au milieu de cette zone.

Les oocytes grossissent, le noyau passe à l'état de synapsis ; alors les dimensions du corps vitellin deviennent plus considérables et le ou les corpuscules centraux qu'il renferme s'observent plus facilement ; ce corps se transforme ainsi en centrosome dé-

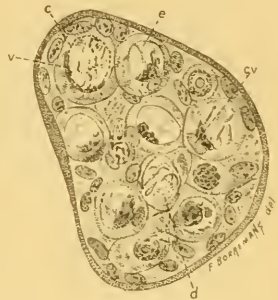


Fig. 1.



Fig. 2.

Fig. 1 et 2. — Oaires et ovules d'enfant nouveau-né d'après Van der Stricht. — b, oocytes à noyau deutobroque ; c, oocyte avec noyau de transition ; c. r., corps vitellin ; d, oocyte avec noyau leptotène ; e, oocyte avec noyau synaptène ; v, couche vitello-gène.

nitif ou idiosome. Au stade du développement parfait, le corps vitellin est formé par un ou plusieurs corpuscules centraux, entourés d'une couche assez compacte, arrondie ; dans l'oocyte de la Femme (fig. 3, 4 et 5), le centrosome peut subir une ou plusieurs divisions, les centrosomes dérivés restant toujours au sein de la même couche corticale ; chez la Chauve-Souris, au contraire, le corps vitellin peut se diviser tout entier de manière à engendrer des corps vitellins multiples séparés les uns des autres (fig. 6).

L'oocyte s'accroît encore, en accumulant de plus

¹ Les meilleurs fixatifs sont ici les mélanges osmiques, le liquide de Hermann surtout.

en plus du vitellus; mais alors le corps vitellin devient invisible. Disparaît-il réellement au profit de la couche vitellogène, ou bien persiste-t-il au milieu du vitellus en présentant des caractères peu tranchés, difficiles à mettre en lumière par une technique imparfaite? Van der Stricht ne résout pas la question; mais il montre que le corps vitellin doit être considéré comme une véritable sphère attractive, dont la présence serait indispensable pour amener le protoplasma ovulaire à élaborer son vitellus; il montre, de plus, que le corps de Balbiani doit correspondre à l'idiosome du spermatocyte,



Fig. 3.

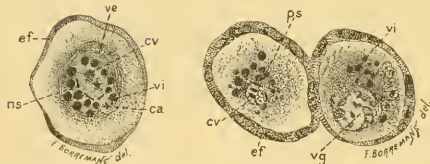


Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 3. — Trois oocytes voisins d'un ovaire de Femme adulte. — c et g, boules et granulations graisseuses; cv, corps vitellin; v, couche vitellogène; ef, epithelium folliculaire.

Fig. 4. — Oocyte d'une Femme adulte montrant deux centrosomes (cv) entourés d'une couche corticale. — vi, zone interne de la couche vitellogène, présence de boules graisseuses; ve, zone externe; ca, corps accessoire.

Fig. 5. — Oocyte d'une Femme adulte montrant quatre centrosomes (cv), dans une couche corticale continue.

d'où dérive l'acrosome du spermatozoïde, tout en faisant des réserves sur l'homologie absolue entre les deux formations.

Le second phénomène qui caractérise le développement de l'ovule est la formation d'une différenciation particulière du corps protoplasmique, qu'on appelle *couche vitellogène*. Cette couche apparaît dans l'ovocyte de la Femme et de la Chauve-Souris à la même époque que le noyau vitellin, sous l'aspect d'un croissant très mince périnucléaire, formant une sorte de couche endoplasmique en rapport

intime avec le noyau, qui intervient probablement dans sa genèse. Elle se colore d'une autre manière que la zone exoplasmique et renferme le corps vitellin dans sa partie la plus épaisse; sa substance paraît dense et homogène, ou, d'autres fois, nettement granuleuse.

Au fur et à mesure que l'ovocyte grossit, on voit apparaître à l'intérieur de la couche vitellogène trois sortes d'éléments : 1° un grand nombre de granulations colorables par la safranine et l'hématoxyline au fer, les *mitochondries* de Benda. Ces grains peuvent se condenser en amas plus ou moins volumineux ou en filaments très fins, souvent excessivement nombreux, qu'on a décrits dans ces derniers temps sous les noms de chondromytes, de spicules, de pseudo-chromosomes, etc.; les filaments peuvent être libres, s'entre-croiser dans toutes les directions ou former des sortes d'enveloppes ou capsules centrales fenêtrées; 2° des granulations et des boules graisseuses, qui deviennent souvent volumineuses dans les oocytes d'ovaire de Femme adulte; 3° un corps accessoire énigmatique, qui paraît exister d'une façon constante au milieu de la couche vitellogène.

L'ovule s'accroît de plus en plus sous l'influence de ces

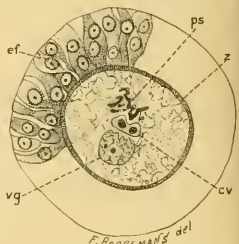


Fig. 6. — Oocyte d'un ovaire de *Vesperugo noctula*. — cv, corps vitellin; ef, epithelium folliculaire; vg, vésicule germinative; ps, pseudo-chromosomes; z, zone pellucide.

formations. Il arrive alors un certain moment où la couche vitellogène disparaît sous forme de couche protoplasmique distincte; sa partie périphérique se confond insensiblement avec le cytoplasme environnant; finalement, elle se désagrège, et le corps vitellin ne persiste pendant un certain temps à l'intérieur du corps cellulaire. Celui-ci se voit donc envahi peu à peu, d'abord par une sorte de liquide diffus, et ensuite par des granulations graisseuses provenant de la couche vitellogène. Sa structure change alors; elle devient pseudo-alvéolaire. Des vacuoles, d'abord petites et à contenu clair, augmentent graduellement en volume et en nombre, engendrant finalement des boules vitellines. Entre ces dernières, persistent toujours de nombreuses granulations graisseuses, surtout nombreuses au pourtour du corps de Balbiani. Tous ces phénomènes présentent, du reste, un caractère général, puisque Van der Stricht les retrouve à peu près identiques dans les ovules de Femmes, de Chauve-Souris et d'Araignée domestique.

Pendant ce temps, les formations mitochondriales s'écartent et s'éloignent graduellement du corps vitellin; elles s'épaississent, se raccourcissent et se transforment peu à peu en amas ou en boyaux vitellogènes volumineux, multiples, dont l'affinité pour les matières colorantes nucléaires diminue. Ces boyaux ont une tendance à gagner la périphérie des vitellus, où ils se désagrègent entièrement au profit d'une couche corticale de vitellus plasmatique ou formateur. Il est probable, du reste, qu'ils agissent également pour l'élaboration du vitellus nutritif, car, à mesure qu'ils se transforment, on voit apparaître autour d'eux une aréole claire formée d'un liquide hyalin, analogue à celui qui remplit les vacuoles de vitellus nutritif (fig. 7).

Van der Stricht réserve sans doute pour plus tard une étude détaillée des changements chroma-

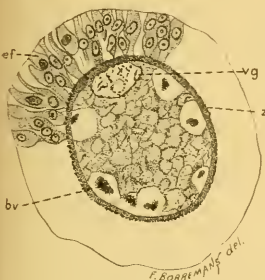


Fig. 7. — Oocyte d'un ovaire de *V. noctula*. — *bv*, boyaux vitellogènes; les autres lettres comme ci-dessus.

tiques qui se produisent dans la vésicule germinative, depuis la dernière division des oogonies jusqu'au stade de la formation du premier fuseau de maturation. C'est là un problème des plus difficiles et des plus intéressants de l'Embryologie, nous disait-il en 1898¹; et

déjà, à cette époque, il avait trouvé et publiait deux stades intéressants de cette évolution qu'il avait observés chez la Femme. Le noyau des jeunes oocytes, entourés ou non d'une rangée de cellules épithéliales encore aplaties, renferme un filament chromatique double, souvent orienté par rapport à un nucléole safraninophile ou achromatique. Ce stade du dédoublement du filament chromatique est tellement net dans l'oocyte de la Femme, que Van der Stricht recommande l'ovaire d'enfant nouveau-né pour servir aux cours pratiques, comme objet de démonstration de la division longitudinale du peloton-mère au début de la mitose. Une section de ce noyau montre alors plusieurs segments doubles partant de la périphérie et aboutissant au nucléole; d'autres fois, cependant, les différentes anses du peloton double s'entre-croisent dans divers sens en simulant une

espèce de réticulum, sur le trajet duquel on aperçoit un ou deux nucléoles.

À ce stade de peloton chromatique double succède un autre état difficile à rencontrer; il s'agit de l'apparition de véritables anneaux chromatiques, à un moment où la segmentation transversale du boyaux nucléinien est encore incomplète. Ces anneaux, qui n'avaient été rencontrés jusqu'ici, chez les Mammifères, que dans les spermatocytes, résultent d'un écartement des deux segments chromatiques filles au niveau de la partie médiane. Quant à l'évolution ultérieure des anneaux chromatiques, Van der Stricht n'a pu la préciser jusqu'ici.

§ 2. — L'œuf des Mammifères (blastocyste) et sa fixation sur les parois utérines.

Si l'on excepte le stade 4, que Selenka a observé et figuré chez le *Macacus nemestrinus*, on ne sait encore rien des phénomènes de la segmentation chez les Singes et chez l'Homme. Dans les stades de développement les plus jeunes dont on ait connaissance, chez les Primates, l'œuf segmenté se présentait déjà sous la forme d'une sphère creuse ou blastocyste. D'un autre côté, aucune recherche récente n'est venue modifier sensiblement ce que nous connaissons déjà de la segmentation de l'œuf des Mammifères en général; aussi allons-nous maintenant voir comment l'œuf de Mammifère, transformé en blastocyste, se fixe et se soude aux parois de la muqueuse utérine.

Les travaux qui ont été faits dans ces huit dernières années sur l'embryologie des Mammifères placentaires nous permettent de reconnaître, chez ces animaux, deux types de blastocystes. Dans un premier type, le blastocyste, au moment où il arrive dans l'utérus, est une grande vésicule qui présente déjà à sa surface une ligne primitive; cette vésicule reste libre pendant quelque temps, flottant librement dans la cavité utérine. Dans l'autre type, le blastocyste se présente, au contraire, sous l'aspect d'une petite vésicule qui se fixe presque aussitôt aux parois utérines; mais, en même temps, se produit le phénomène de l'inversion, après lequel seulement apparaît la ligne primitive. Ce second type, qui a été bien étudié chez la Souris par Burckhard², nous intéresse surtout en ce sens qu'il renferme probablement le cas du blastocyste humain. En effet, Selenka avait observé, en 1898³, le phénomène de l'inversion des feuilletts blastodermiques chez deux primates: le *Semnopithecus nasi-*

¹ O. VAN DER STRICHT: La répartition de la chromatine dans la vésicule germinative de l'oocyte de la Femme. *Verhandl. d. Anat. Gesells.*, 1898, p. 139-141, avec 1 fig.

² GORG. BURCKHARD: Die Implantation des Eies der Maus in die Uterusschleimhaut und die Umbildung derselben zur Decidua. *Arch. f. mikr. Anat.*, 1901, t. LVII, p. 528-569, 3 pl. et 1 fig.

³ *Biol. Centralbl.*, 1898, t. XVIII, pp. 552-557, avec 10 fig.

cus et l'*Hylobates concolor*. Il avait montré les ressemblances que ces phénomènes ont avec l'inversion bien connue des Rongeurs et ajoutait, d'autre part, qu'ils devaient se présenter également dans le blastocyste humain. Il faisait dépendre l'inversion de la coalescence des villosités d'une portion du blastocyste avec l'épithélium utérin, coalescence qui se serait faite pendant le processus de la gastrulation et qui dépendrait de causes purement mécaniques.

Mais, l'année suivante, Hubrecht¹ présenta quelques critiques aux conclusions de Selenka. Il pensait que les conditions figurées par ce dernier sont dues à ce fait que, chez les Singes, l'amnios est complètement formé de très bonne heure; cependant, le disque germinatif d'où provient le corps même de l'embryon et la vésicule ombilicale paraissent, en effet, suspendus à l'extérieur de la paroi du blastocyste par un double feuillet d'ectoderme et de mésoderme somatique. Mais Hubrecht ajoute que, si c'est cela qu'on appelle inversion, il faut appliquer alors ce terme à tous les Sauropsidés et à tous les Mammifères, au moment où le cordon de l'amnios est resserré. D'un autre côté, les causes mécaniques qu'invoquait Selenka ne se présentent justement pas dans les conditions de la véritable inversion, celle des Rongeurs. En effet, l'inversion se forme, chez le *Tupaia*, à une époque où le blastocyste est encore libre dans la cavité de l'utérus; ensuite, dans le cas du Hérisson, le blastocyste se fixe de très bonne heure sur l'utérus: il est alors pressé de tous côtés par ces parois et, pourtant, il n'y a là aucune inversion véritable; enfin, chez le Sorex, où l'inversion est si nette, celle-ci ne se présente que longtemps après la croissance de l'utérus, c'est-à-dire à une époque où l'on ne peut invoquer vraiment le manque de place. Hubrecht croit, de plus, que l'origine des plis amniotiques, telle qu'elle se produit chez les Amniotes ovipares, n'est pas un mode primitif pour les Mammifères; ce mode primitif serait représenté justement par l'inversion, qu'il faudrait considérer alors comme un phénomène palingénétique.

Les critiques d'Hubrecht étaient certes sérieuses. Selenka y répondit la même année² en disant qu'il emploie le mot inversion pour expliquer l'enfoncement de l'ectoderme embryonnaire dans l'intérieur du blastocyste au moment de la gastrulation, enfoncement qui produit, en effet, une inversion temporaire de la position des deux feuillets. Quant aux causes des phénomènes, il reconnaît qu'elles peuvent être variées, mais maintient que des

phénomènes de compression doivent se trouver parmi ces causes. Le mode de formation de l'amnios, celui de la vésicule ombilicale et de l'allantoïde varient beaucoup, en effet, avec les types et ces variations doivent être déterminées par le mode et l'époque de la fixation de l'embryon aux parois utérines.

Cette fixation se fait, comme on le sait, par le moyen de la première enveloppe de l'œuf, du chorion, formé d'éléments ectodermiques extra-embryonnaires. Or, des recherches récentes, en particulier celles de Sedgwick Minot³, qui a publié sur cette question un excellent résumé où nous avons largement puisé, nous montrent que l'insertion de l'œuf humain, comme celui de tous les œufs de Mammifères, se fait en grande partie par le moyen d'une lyocytose active⁴.

Le premier phénomène qui se montre dans l'ectoderme extra-embryonnaire est une prolifération active de ses éléments, dont quelques-uns atteignent bientôt un volume considérable (*cellules géantes polynucléées*); en même temps, dans les régions correspondantes de la muqueuse utérine, on voit des changements destructifs se produire. Il semble donc que les éléments du chorion aient précisément pour rôle de corroder et de faire disparaître les parties les plus superficielles de la muqueuse utérine; aussi Minot propose-t-il le nom de trophoderme pour désigner cette première enveloppe de l'embryon, nom qui rappelle celui de trophoblaste antérieurement créé par Hubrecht pour la même formation.

Le trophoderme agissant ainsi sur toute sa surface, qui se trouve d'abord partout en contact avec la muqueuse utérine, on voit bientôt se former, dans cette muqueuse, une petite cavité dans laquelle l'embryon vient se loger. Puis des phénomènes de dégénérescence se produisent, cette fois dans l'intérieur même du trophoderme; mais ces phénomènes n'ont lieu qu'en certaines régions limitées, qui deviennent des cavités irrégulières appelées *espaces intervilloux*; entre ces cavités, les séparant les unes des autres, restent les parties non dégénérées du trophoderme, qui portent alors le nom de *villosités*. En même temps que se produisent ces phénomènes, des bourgeonnements du mésoderme viennent remplir l'intérieur des villosités et les transformer ainsi en véritables papilles;

¹ CH. S. MINOT: The implantation of the human ovum in the Uterus. *Transact. of the American gynecological Society*, 1904, p. 395-402, avec 1 diagr.

² ANGUS a désigné sous ce nom le phénomène de dissolution subi par des tissus en voie de régression, sous l'action d'autres tissus qui sont, eux, en voie d'évolution progressive; ces derniers exercent ainsi une véritable digestion extra-cellulaire. Voir notre Revue annuelle d'Embryologie de 1901 (*Rev.* du 30 décembre 1901, p. 1139).

¹ A. W. HUBRECHT: Blattumkehr im Ei der Affen. *Biolog. Centralbl.*, 1899, t. XIX, p. 171-175.

² E. SELENKA: Bemerkung zu voranstehendem Aufsatz Hubrechts. *Biolog. Centralbl.*, 1899, t. XIX, p. 175-6.

de la sorte, chacune de ces dernières se trouve composée d'un axe mésodermique et d'un revêtement ectodermique formé lui-même de deux couches : une interne ou profonde juxta-mésodermique restée cellulaire; une externe ou superficielle qui est devenue plasmodiale.

Chez d'autres Mammifères, tels que le Lapin, le Hérisson, le Cobaye, le Chien et le Chat, la différenciation trophodermique que nous venons de décrire ne se fait qu'en certaines régions du chorion qu'on appelle *aires placentaires*; elle se montre de très bonne heure et, chez le Hérisson et le Cobaye, dès les premières phases de la segmentation. Au con-

de Peters¹, qui reste toujours l'œuf humain le plus jeune que l'on ait bien observé jusqu'ici. Cet œuf, âgé d'une semaine environ, se trouvait entièrement logé dans l'épaisseur de la muqueuse utérine, qui, à cet endroit, faisait fortement saillie dans la cavité de l'organe; sur le sommet de cette saillie, se voyait une petite cassure dont les bords étaient en continuité avec l'épithélium utérin et dans l'intérieur de cette cassure se trouvait un bouchon de fibrine. Cette brisure représentait sans doute les traces du passage de l'œuf à travers l'épithélium, passage qui avait déjà été constaté par Spee pour le Cochon d'Inde. L'œuf lui-même se présentait sous la forme d'une petite vésicule convertie de villosités et encastrée dans la muqueuse utérine comme un Oursin dans son rocher; elle avait un diamètre de 3 à 4 millimètres, dont la couche trophodermique représentait à elle seule le quart ou le cinquième; à l'intérieur, elle renfermait un écusson embryonnaire formé d'une plaque ectodermique, mais non encore un véritable embryon. Ce rudiment d'embryon était placé du côté des muscles utérins; il était protégé, sur le dos, par un petit amnios complètement fermé et portait sur le ventre un petit sac vitellin clos. Toutes ces formations étaient doublées de mésoderme qui se continuait avec le mésoderme du chorion par un cordon de cellules représentant l'allantoïde mésodermique.

Aussitôt entré, l'œuf s'était greffé intimement à la muqueuse, comme nous allons le voir, puis, se nourrissant aux dépens de sa mère, il grossissait, s'étendait dans toutes les directions, repoussant de plus en plus la portion de la muqueuse qui le recouvrait dans la cavité utérine; cette portion devenait ainsi la caduque réfléchie ou capsulaire², tandis que la portion de la muqueuse comprise entre l'œuf et les muscles utérins devenait la caduque sérotine ou basale; les autres parties de la muqueuse utérine formaient la caduque vraie. Dans cette dernière caduque, les glandes utérines allongées et tortueuses, s'ouvrant par des orifices en forme d'entonnoir, présentent de place en place des dilatations formant ainsi la courbe spongieuse de la caduque; dans les autres caduques, ces glandes ont disparu, sauf dans les parties profondes de la caduque basale où l'on trouve leurs restes sous forme de parties dilatées et aveugles.

Mais revenons aux phénomènes beaucoup plus

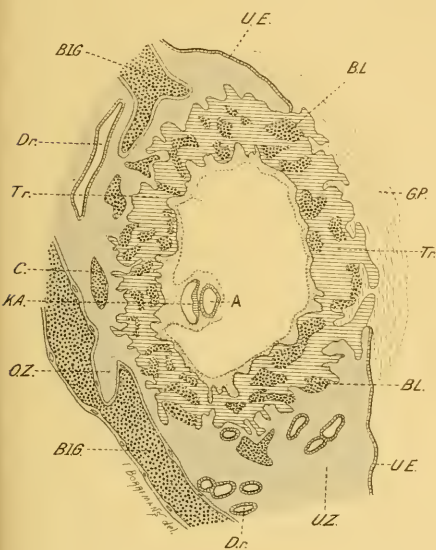


fig. 8. — Coupe d'un œuf humain (blastocyste) venant d'entrer dans les parois utérines fig. demi-schématique, d'après Peters¹.

UTÉRUS, en fin granité régulier: U.E., épithélium utérin brisé au niveau du passage de l'œuf; GP, bouchon de fibrine qui recouvre ce passage; BLG, gros vaisseaux utérins; C., capillaires; BL, lacunes sanguines; Dr, glandes de l'utérus; QZ. et UZ., partie de la muqueuse utérine qui enveloppe l'œuf.

ŒUF, en clair: KA, embryon recouvert de l'amnios; A, sac vitellin; Tr, trophoblaste envoyant partout des prolongements qui s'insinuent dans les tissus utérins et enveloppent les lacunes de sang maternel.

traire, chez l'Homme, de même que chez les Anthropoïdes étudiés (Gibbon et Chimpanzé), elle se fait sur toute la surface de l'œuf et à une époque un peu moins avancée du développement. La figure 8 montre bien quel est l'état du trophoderme humain à la fin du processus de dégénérescence d'où est résultée la formation des villosités chorionales. Ce diagramme a été construit d'après l'œuf

¹ HUBERT PETERS: Ueber früheste menschliche Placentation. *Monatsschrift für Geburt. und Gynaek.*, 1889, t. IX, pp. 11-59, avec 4 fig.

² On sait que cette membrane, présente pendant la première moitié de la grossesse, a complètement disparu en général à la fin du 5^e mois. Minot (1904) dit que sa disparition se fait par dégénérescence suivie de résorption. Ceci permet au chorion de l'embryon de venir en contact direct avec la caduque vraie, contact qui est la caractéristique de la seconde moitié de la grossesse.

importants qui se passent sur l'œuf lui-même. Le mésoderme, que nous avons vu venir remplir les villosités du chorion, continue à grossir, de manière à transformer ses papilles simples en papilles composées ou ramifiées. Sur la surface de ces papilles, le trophoderme se convertit peu à peu en la membrane à deux couches : l'une syncytiale, l'autre cellulaire, que nous avons signalée plus haut et dont l'ensemble forme ce que les embryologistes désignent sous le nom d'ectoderme chorionique, d'ectoderme placentaire ou d'ecto-placentaire¹.

Pendant longtemps, cependant, on voit toujours des régions où le trophoderme a conservé son caractère primitif et aussi sans doute ses propriétés lyocytiques : c'est lorsque l'œuf a atteint un diamètre de 11 à 12 millimètres que ce caractère disparaît à peu près entièrement. Or, comme c'est aussi vers cette époque du développement que les formes de l'embryon se dessinent, on peut dire que le rôle du trophoderme est essentiellement primitif et que l'histoire de cette membrane se termine avec l'apparition du véritable embryon. Pendant ce temps, des phénomènes particuliers se produisent dans l'intérieur de l'utérus, comme répondant à l'excitation produite par la greffe du parasite fœtal. Nous ne pouvons pas nous étendre sur ces phénomènes assez bien connus; disons seulement que les cellules conjonctives voisines des vaisseaux utérins se transforment en grosses cellules appelées *déciduales*; ce tissu conjonctif utérin modifié constitue, d'après la terminologie de Hubrecht, le *trophospongia*.

L'œuf, avons-nous vu, se creuse une loge dans les parois de l'utérus. Cette loge se montre comme si elle avait été faite au moyen d'un instrument tranchant qui aurait formé une cavité sphérique de quelques millimètres de diamètre. On ne peut guère expliquer cette formation qu'en supposant, avec Minot, une corrosion ou une dissolution des tissus utérins sous l'influence du trophoderme. Il est probable, du reste, que l'œuf a non seulement détruit les tissus qui se sont trouvés dans son voisinage, mais encore qu'il les a digérés et qu'il s'en est nourri; or, tous ces phénomènes rentrent bien dans la lyocytose d'Anglas.

La conséquence immédiate de cette destruction du tissu utérin a été la production d'une « surface à vif », d'une sorte de plaie qui atteint les vaisseaux maternels; leur paroi détruite, alors le sang sort de ces vaisseaux pour aller se répandre dans

les espaces intervillositaires du chorion. L'on peut donc dire, avec Minot, et cela contrairement à l'opinion admise, que la circulation intervillositaire est presque le premier phénomène utérin dont une des conséquences sera la nourriture de l'embryon; on peut même dire que la circulation intervillositaire est antérieure à la formation des villosités, car, avant que le mésoderme ait formé ces villosités, on trouve du sang maternel circulant dans les espaces limités par le tissu fœtal.

En résumé, l'on peut affirmer que les conditions essentielles du développement du placenta sont déterminées par les phénomènes de l'implantation de l'œuf, et que le placenta résulte lui-même des modifications des dispositions primitives que nous venons de faire connaître.

§ 3. — Les formations placentaires des Mammifères.

Il est encore impossible de résumer, en vue d'ensemble, les nombreux travaux qui ont été faits jusqu'ici sur la formation du placenta chez les Mammifères. C'est là, certes, une des questions les plus difficiles de l'Embryologie, si l'on en juge par le peu de concordance que l'on trouve dans les résultats obtenus par les auteurs. Chez le Lapin, par exemple, un des types les plus faciles à étudier, nous voyons Fränckel, Marchand, Kossmann et Maximov¹, par exemple, émettre tous les quatre des opinions radicalement différentes; de même, chez le Chien, Schoenfeld et Bonnet² viennent d'arriver à des résultats tout à fait contradictoires. Certes, la question est difficile en elle-même, car, comme le fait justement remarquer Schoenfeld, les phénomènes que présente l'utérus gravide, la fixation de l'œuf, la pénétration des éléments fœtaux dans le tissu utérin, tous ces faits se succèdent avec rapidité, et l'interprétation d'un stade déterminé devient fort difficile si l'on n'a pas, pour se guider, une série bien complète des stades à observer. Mais nous aurions encore à critiquer ici la trop grande richesse de la nomenclature suivie par les auteurs; nous ne voulons pas nous répéter, et pourtant il nous paraît utile de tâcher de mettre un peu de clarté dans les expressions *plasmodium* et *syncytium* qui sont employées à tort et à travers, tantôt avec la même signification, tantôt avec des significations différentes, et cela non seulement dans l'étude de la placentation, mais encore dans une foule d'autres questions³.

¹ Cités par H. SCHOENFELD : Contribution à l'étude de la fixation de l'œuf des Mammifères dans la cavité utérine, et les premiers stades de la placentation. *Arch. de Biologie*, 1903, t. XIX, p. 701-830, avec 4 pl., p. 702.

² SCHOENFELD : *Loc. cit.* — BONNET : *Anat. Hefte* 1902.

³ Les mots *obplacenta* et *periplacenta* qu'emploient les auteurs depuis quelque temps sont encore l'occasion de

¹ Certains auteurs, à l'exemple d'Hubrecht, appellent *cytotrophoblaste* ou plus simplement *cytoblaste* la partie profonde restée cellulaire de cette membrane; la partie superficielle s'appelle alors *plasmotrophoblaste* ou *plasmoblaste*.

Ces deux expressions ont été créées par Hœckel pour désigner : sous le nom de plasmodium une masse protoplasmique sans noyau (cytode), et sous le nom de syncytium une masse protoplasmique indivise, mais résultant de la fusion de masses protoplasmiques distinctes nucléées, c'est-à-dire de cellules. Les études ultérieures n'ayant pas confirmé l'existence réelle de masses protoplasmiques sans noyau, l'expression de plasmodium devait disparaître logiquement. Elle fut conservée cependant, en particulier par les embryologistes, pour désigner la couche protoplasmique nucléée qui sert d'union entre les tissus maternels et fœtaux et au travers de laquelle se font les échanges osmotiques nécessaires à la vie du fœtus¹.

Par contre, il fallait attendre jusqu'à Fleischmann, en 1886, pour voir le mot de syncytium être employé en embryologie placentaire, mais pour désigner un détritus glandulaire et non une fusion de cellules entre elles. Ce fut là l'origine de confusions et d'obscurités qui sont encore loin d'être dissipées maintenant. Une autre cause de confusion, c'est que certains auteurs veulent faire les expressions plasmode et syncytium absolument synonymes, alors que d'autres attachent à chacun de ces mots une signification distincte.

His, par exemple, considérant en 1898 la question au point de vue général, désigna sous le nom de syncytium un complexus d'unités histologiques unies les unes aux autres par des prolongements, tout en se montrant séparées les unes des autres par des territoires limites : tel est le mésenchyme des Vertébrés; dans le plasmodium, au contraire, qui dériverait toujours d'un syncytium, tout territoire limite serait perdu. Opitz² (1899), considérant au contraire la question au seul point de vue placentaire, désigne sous le nom de syncytium les masses nucléées dérivées de l'épithélium utérin, et sous celui de plasmodium celles qui dérivent de l'ectoderme fœtal. Enfin, Schoenfeld³ admet qu'un

confusion. La muqueuse utérine du Lapin présente six bourrelets longitudinaux : les deux bourrelets placés du côté du mésentère servent seuls à la formation du placenta discoidale; les quatre autres servent à la distension des parois sous l'influence du développement de l'œuf; mais ils subissent à ce moment des modifications placentaires qui ont été décrites par Minot (*Journ. Morph.*, 1889, p. 345 et non par Bonnet, comme le dit en certains endroits Schoenfeld, sous le nom d'*obplacenta* pour les deux bourrelets antimesométraux et de *periplacenta* pour les bourrelets latéraux. Or, Schoenfeld 1903 confond la description des quatre bourrelets sous le même nom d'*obplacenta*.

¹ On modifiait parfois plus ou moins le terme de Hœckel; c'est ainsi que Van Beneden l'appelait, en 1889, *plasmoblaste*, et Mathias Duval, en 1889, *couche plasmoidiale* ou plus simplement *plasmode*. Pour l'histoire et la bibliographie de cette question, voir MATHIAS DEVAL: Le placenta des Carnassiers, *Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1893, t. XXIX, p. 446, et BONNET: *Anat. Hefte*, 1902.

² Cité par SCHOENFELD: *Loc. cit.*, p. 723.

³ SCHOENFELD: *Loc. cit.*, p. 723, où l'on trouvera également

syncytium a un caractère dégénératif, de régression; il ne serait pas mobile, chaque noyau restant en place dans son territoire cytoplasmique distinct, alors que le plasmodium est une masse très viable, changeant continuellement de forme et déplaçant continuellement ses noyaux l'un par rapport à l'autre. Ajoutons que, pour cet auteur, le syncytium et même le plasmodium peuvent s'organiser en cellules séparées. En somme, les distinctions que l'on vient faire entre les formations syncytiales et plasmodiales sont toutes plus théoriques que pratiques. Aussi suivrons-nous ici l'exemple de Bonnet en évitant d'employer le terme syncytium pour n'utiliser que les mots plasmodium ou plasmode.

Une autre question, qui divise ici les embryologistes, est de savoir quelle est l'origine exacte du plasmode placentaire.

Si nous nous en tenons à l'espèce humaine, nous voyons le plus grand nombre lui donner une *origine fœtale*, comme nous l'avons exposé plus haut : tels sont Léopold, Bott et Marchesi. Opitz, Ruge, Peters, Siegenbeek et van Heulekom. Ruge va même jusqu'à prétendre que cette origine serait propre à l'homme, tous les autres animaux ayant un plasmode maternel. Par contre, l'*origine maternelle* de cette couche est soutenue par un certain nombre d'auteurs : Strassmann et Mertens la font provenir de l'*épithélium utérin*, Romiti des *cellules déciduales*, et enfin Spee de cellules migratrices qui viendraient elles-mêmes de la *moelle osseuse*. Nous retrouvons, comme de raison, ces cinq sortes d'opinions chez les autres Mammifères; nous renvoyons au Mémoire de Schoenfeld⁴ pour ceux qui voudront avoir une idée complète de ces divergences d'opinion et pour les indications bibliographiques correspondantes. Nous devons ajouter, cependant, que Schoenfeld forme à lui seul un sixième groupe; il pense, en effet, que, chez le Chien, l'origine de la couche syncytiale serait mixte, à la fois d'origine fœtale et d'origine maternelle; le plasmodium fœtal détruirait bien l'épithélium utérin, mais il viendrait se fusionner avec le tissu conjonctif utérin modifié (décidual) et formerait avec lui une association, un plasmode mixte, fœto-maternel.

L'accord est donc loin d'être fait sur ce point; cela est d'autant plus malheureux que la connaissance exacte d'un type bien étudié serait du plus grand secours pour la comparaison avec les autres formes de placentation. La difficulté, pour la question du plasmodium, se complique de ce fait qu'il

la bibliographie de His et de Opitz; voir également SCHOENFELD: Nouvelles recherches sur la fixation de l'œuf des Mammifères et la formation du placenta, *Ann. de la Soc. de med. de Gand*, 1903.

⁴ *Loc. cit.*, p. 816.

devient bientôt impossible de distinguer les éléments maternels des éléments fœtaux. Schoenfeld a montré pourtant que cette différenciation était plus nette avec les réactifs osmiques, principalement la liqueur de Hermann, qu'avec tous les autres réactifs, surtout avec le subluné. Aussi conseillons-nous avec lui, à tous ceux qui s'occupent de placentation, de traiter toujours, au moins une partie des pièces, par le moyen de ces fixateurs.

Il y a deux ans, le Professeur Arthur Robinson a fait au Royal College of Surgeons plusieurs conférences sur la formation du placenta dans différents groupes de Mammifères. Les conférences, qui ont été publiées depuis¹, résument l'état de nos connaissances actuelles sur les formations placentaires du Cochon, du Mouton, du Chat, du Furet, du Léopard, du Rat et de la Souris, du Hérisson, des Chauves-Souris, des Singes, de l'Homme, ainsi que des différents types de Marsupiaux et de Lémuriens. Elles se terminent par des considérations générales et par un essai de classification nouvelle qui doivent nous arrêter ici, car il est à remarquer que les groupements de formes placentaires adoptés jusqu'ici deviennent de plus en plus insuffisants au fur et à mesure que s'avancent nos connaissances.

La première classification placentaire des Mammifères remonte à 1835. A cette époque, on avait remarqué qu'au moment de la mise-bas, certaines femelles de Mammifères, telles que la Truie et la Jument, rejettent leur placenta en même temps que le fœtus ou peu après et sans qu'il y ait aucune perte de sang; dans d'autres espèces, au contraire, une certaine quantité de sang était perdue par la mère, et l'on supposait alors que cette hémorragie était due à une déchirure et à une perte réelle de la portion de la muqueuse utérine soudée intimement au placenta; c'est, du moins, ce que suggéra le Professeur Weber, qui proposa alors le terme de *caduque* pour désigner les muqueuses utérines de ces dernières femelles. Eschricht et von Baer adoptent aussitôt cette idée et divisent les Mammifères placentaires en *caduques* et *non caduques*, les premiers étant ceux dans lesquels une portion de la muqueuse maternelle est rejetée au moment de la parturition, les seconds étant ceux dans lesquels les tissus fœtal et maternel se séparent simplement l'un de l'autre.

En 1863, le Professeur Huxley remplaça ces termes de *caduques* et de *non caduques* par ceux

de *décidués* et *non décidués*. Mais il faisait remarquer, en même temps, que cette division ne devait pas être aussi tranchée que le pensaient ses prédécesseurs, car on observe également, chez les non décidués, une hypertrophie de la muqueuse utérine pendant toute la durée de la gestation. Du reste, on ne tarda pas à voir que le placenta n'est pas un organe où le sang maternel se mélange au sang fœtal et à montrer que les deux formations maternelle et fœtale sont complètement séparées l'une de l'autre; dès lors, les classifications précédentes n'avaient plus aucune base solide.

C'est alors que Vernhout, chez la Taupé, et Hill, chez les Perameles et les Dasyures, nous montrèrent que là, non seulement il n'y a aucune perte de tissu maternel au moment de la parturition, mais que du tissu fœtal reste alors dans l'utérus et qu'il y est graduellement résorbé; c'est ce qui constitue le type *contra-décidué* de Hubrecht et de Hill.

Cependant, des recherches de plus en plus intimes montraient que, dans beaucoup de types, chez les Singes et chez l'Homme par exemple, il devenait bientôt impossible de dire là où s'arrêtent dans le placenta les formations maternelles et où commencent les tissus fœtaux; dès lors, les termes *décidué* ou *non décidué* devenaient bien difficiles à appliquer. Aussi Strahl, à la suite de nombreux travaux sur la question, arriva à proposer les termes nouveaux de placenta *vrai* ou *complet* et de *semi-placenta* ou *demi-placenta*². Les premiers s'appliquant aux placentas dans lesquels, à la fin de la gestation, les vaisseaux ou les sinus maternels sont ouverts, les derniers désignant le cas contraire où le sang maternel ne se répand pas dans l'utérus.

C'est alors que Robinson vient nous dire³ que ces expressions nouvelles ne sont pas entièrement satisfaisantes. En effet, une portion donnée de tissu est ou n'est pas placentaire, et, si c'est un placenta, elle doit être considérée comme un placenta *vrai* et *complet*. D'un autre côté, les expressions anciennes de *caduque* et de *décidué* étant erronées, sinon entièrement incorrectes, Robinson propose à leur place les termes *apposita* et *conjuncta*, le premier indiquant que les couches sont simplement apposées et peuvent être séparées sans qu'il y ait nécessairement rupture, le second indiquant que les portions maternelle et fœtale sont intimement

¹ A. ROBINSON : Lectures on the early stages on the development of Mammalian ova, and on the formation of the placenta in different groups of Mammals. *Journ. of Anat. and Physiol.*, 1904, t. XXVIII, p. 1, 325 et 485, avec 5 pl.

² Le dernier Mémoire de STRAHL (*Abh. Senckenberg Nat. Ges.*, 1904, t. XXVII, p. 263-319, avec 10 pl. et 1 fig.) étudie le placenta des Lémuriens, qui est du type *semiplacenta diffus*, de la Civette, qui a un placenta *zonaire simple*, et du Tanrec, qui a un placenta *discoïdal perforé*.

Voir également STRAHL : Die Embryonalhüllen der Säugetiere und die Placenta, in HERTWIG : *Hand. d. Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere*, 1905.

³ *Loc. cit.*, 1904, p. 499.

unies entre elles. Dès lors, voici comment devraient être groupées les différentes formes de placenta chez les Mammifères vivipares :

PLACENTAS APPOSÉS (<i>Apposita</i>)	PLACENTAS UNIS (<i>Conjuncta</i>)
<i>Avilleux</i> : Quelques Marsupiaux et le Porc.	<i>Zonaires</i> : Carnivores a) simples : Chat. b) composés : zone avec villosités éparées : Élé- phant.
<i>Villeux</i> : a) diffus : Equidés. b) cotylédonaire : Mouton et Vache. c) zonaire : Lécicore, Du- gong.	<i>Zono-discoidal</i> : Furet. <i>Discoidal</i> : a) simple : Homme, An- thropoïdes, Rongeurs, Insectivores, Chéiro- ptères. b) doubles : Singes de l'ancien continent. c) perforés : Tanrec.

Entin, Richard Assheton, tout en admettant avec Robinson que les expressions anciennes de décidué et non décidué ne sont plus en rapport avec l'état de nos connaissances sur le placenta, critique à son tour la terminologie proposée par Robinson¹.

Il fait remarquer, par exemple, que le placenta du Rat peut être considéré comme « opposé » tout aussi bien que celui du Mouton. Et, prenant comme base d'une classification nouvelle l'état du trophoblaste au moment de son union avec les tissus maternels, Assheton divise les placentas en deux groupes.

Dans un premier groupe, qui comprend le Hérisson, le Rat, quelques Singes et probablement l'Homme, le trophoblaste prolifère et forme une masse de tissus dans des cavités où le sang maternel vient plus tard se répandre en grande quantité (Hérisson, Rat, Primates) ou en moins grande abondance (Lapin et Taupe.) Dans un second groupe (Cochon, Cheval, Vache), cette prolifération ne se produit pas, mais on observe un simple plissement (Porc) ou un plissement combiné avec du bourgeonnement (Mouton).

Ces différences fondamentales, marquées dès les premiers stades, conduiraient à deux grandes formes distinctes de placentas, que Richard Assheton propose de désigner sous les noms de *placenta cumulata* et de *placenta plicata*.

Le *placenta cumulata*, dit-il, est celui dans lequel il y a une tendance évidente à la formation d'une accumulation de cellules trophoblastiques; dans cette accumulation, des cavités se creusent ultérieurement et dans ces cavités vient tomber le sang maternel. En général, ces formations sont précédées

par une différenciation du trophoblaste épaissi (*ectoplacenta* de Mathias Duval, *träger* de Selenka) en une couche interne (proximale, dans laquelle les limites cellulaires sont nettement distinctes, et en une couche externe de nature syncytiale, couches qui forment respectivement le cytotrophoblaste et le placentotrophoblaste de Van Beneden. Ce type de placenta résulte toujours, d'une façon temporaire ou permanente, de la destruction de l'épithélium utérin. Il se rencontre, par exemple, chez les Carnivores, les Chéiroptères, les Rongeurs, les Insectivores et les Primates.

Le *placenta plicata*, que l'on trouve chez le Porc, la Jument, la Vache, la Brebis, l'Éléphant, les Cétacés et les Sirènes, est celui dans lequel il ne se forme pas de bourgeonnement du trophoblaste, mais bien des plissements; dans ce cas, l'épithélium utérin reste presque toujours intact.

Ces considérations de Richard Assheton sont certainement très intéressantes et marquent un réel progrès sur tout ce qui avait été dit jusqu'ici dans ce sens, mais leur application à la classification des placentas n'en sera peut-être pas plus facilitée. Assheton, lui-même, fait remarquer que les caractères distinctifs d'un de ses deux types de placenta n'excluent pas forcément les caractères de l'autre type et que l'on peut passer facilement d'une forme de placenta à l'autre.

En réalité, les formations placentaires sont déterminées, en grande partie, par les adaptations des individus, et, comme ces adaptations tiennent surtout à des conditions de milieu dans lequel vivent les individus, il faut s'attendre à trouver la plus grande diversité, en même temps que les rapprochements les plus inattendus, dans les placentas des différents types de Mammifères.

La question se complique encore, sans doute, de l'action de facteurs plus immédiats, d'origine maternelle ou fœtale, et sur lesquels Assheton attire, lui-même du reste, l'attention. Tels sont : la persistance de la zone pellucide, la présence d'une couche d'albumen autour de l'œuf, la présence de régions spécialisées dans l'utérus (trophospongie), la grandeur de la lumière et la nature des parois utérines. Il est probable, par exemple, que le type cotylédonaire des placentas « non décidués » est dû à la présence d'aires spéciales interglandulaires, les caruncules, qui sont tout à fait indépendantes de la gestation chez la Vache et la Brebis, et représentent par conséquent un facteur maternel. D'autres fois, c'est une combinaison de caractères maternels et fœtaux qui semble déterminer la forme du placenta, comme Assheton nous l'a montré autrefois, pour le cas du Lapin¹. Enfin, chez

¹ R. ASSHETON : The morphology of the ungulate Placenta, particularly the development of that organ in the Sheep, and notes upon the Placenta of the Elephant and Hyrax. *Philosoph. Trans. of the Roy. Soc. of London*, 1906, t. CXCVIII, p. 113-220, avec 5 pl.

¹ R. ASSHETON : On the causes which lead to the attach-

le Hérisson et chez l'Homme, en particulier, la forme extérieure du placenta semble moins dépendre des organes de la mère que de l'influence directrice du fœtus.

Nous devons signaler, à la suite de cette étude d'ensemble, quelques travaux spéciaux sur les formations placentaires qui nous sont encore parvenus. C'est tout d'abord un article de Van der Hoeven¹, dans lequel on trouve un curieux rapprochement entre les éléments du chorion et les cellules des tumeurs malignes, qui pénètrent les unes et les autres dans des tissus qui leur sont étrangers et s'y développent quelquefois fortement. « Lors de l'accouchement et après, continue-t-il dans un français un peu particulier, les cellules malignes fœtales sont expulsées avec une partie de la paroi utérine et la mère n'en éprouve aucun préjudice. Au cas où elles ne sont pas expulsées avec le fœtus, parce qu'elles ont pénétré plus profondément dans les tissus de la mère, comme on le voit si bien, entre autres quand le placenta s'est formé sur un fibrome, elles mourront pourtant, lorsque leur force végétative est relativement petite, et les leucocytes seront capables de s'en rendre maîtres. Si, au contraire, leur vitalité est grande et leur tendance à croître forte, elles peuvent subsister là où elles sont, et même continuer à se développer. Après un accouchement normal, du reste, on voit alors se développer dans la paroi utérine une tumeur maligne, provenant de l'ovule : ce qu'on nomme déciduome malin. Du reste, eu égard au but de cette revue, je ne veux pas pénétrer plus avant dans ce sujet. Je me bornerai à mentionner le fait qu'après un môle hydatiforme, où la tendance à former des végétations du syncytium et des cellules de Langhans est ordinairement plus forte que dans un ovule normal, le développement de tumeurs malignes d'origine fœtale se présente beaucoup plus fréquemment. »

A propos du placenta humain, nous citerons encore une étude de Löwy² sur le mode de régression du canal allantoïdien. On sait maintenant, depuis Graf Spee, que l'allantoïde apparaît à la fin de la deuxième semaine de la vie embryonnaire de l'Homme sous la forme d'un bourgeon entodermique qui atteint la face interne du chorion dans le cours de la troisième semaine. Elle se laisse alors diviser en deux parties : une intra-abdominale, l'*ouraque*, et l'autre extra-abdominale, le

canal allantoïdien. La première partie, qui donnera naissance à la vessie, a perdu sa lumière, chez un embryon long de 12 millimètres, pour ce qui concerne la région voisine de l'ombilic ; plus tard, on trouve pendant longtemps encore des restes épithéliaux de cette région dans le ligament ombilical. La dernière partie, qui se trouve au centre du cordon ombilical, contre l'artère, va bientôt régresser, mais d'une manière que nous fait connaître H. Löwy.

L'oblitération du canal allantoïdien commence, chez des embryons longs de 9 millimètres, par la région placentaire ; elle gagne ensuite peu à peu les autres parties, mais d'une façon irrégulière : chez les embryons de 14 millimètres, on trouve des endroits où les cellules épithéliales de l'allantoïde ont complètement disparu. Les restes de l'allantoïde se maintiennent soit sous la forme de cordons épithéliaux, soit comme un canal aplati ou dilaté, revêtu d'un épithélium cubique.

D'autre part, Charrin, par une suite d'expériences très bien comprises, faites avec l'aide d'un de ses élèves³, montre que le placenta régularise les échanges et protège le fœtus contre les corps toxiques ou même contre des proportions excessives de principes utiles. C'est ainsi qu'introduit sous la peau, le sulfate de strychnine tue les mères avant les petits, qui sont pourtant plus grêles ; d'autre part, après les injections intra-vasculaires, le placenta retient une fraction de ce poison. Le placenta agit ainsi soit mécaniquement, soit à l'aide de ferments propres ou empruntés que Charrin étudie en ce moment. En définitive, ces très intéressantes recherches montrent que la physiologie du placenta se développe : sans cesser de jouer un rôle passif (filtre, etc.), il devient un organe actif.

C'est également la conclusion qui résulte des recherches d'histophysiologie faites sur le placenta par Melissenos⁴.

Cet auteur nous montre, en effet, que les éléments chorioniques élaborent de la graisse en telle quantité et d'une façon si régulière qu'on ne peut y voir que la manifestation d'une activité glandulaire.

Comme études de placentas spéciaux, nous citerons encore celles de Richard Assheton, qui nous fait connaître, seul ou en collaboration, la structure des placentas de l'Éléphant et de l'Acomys⁵.

¹ CHARRIN et GOUPEL : Physiologie du placenta. *C. R. Ac. des Sc.*, 1905, t. CXXI, p. 391.

² KONST MELISSENSOS : Über die Fettkörnchen und ihre Bildung in der Placenta bei den Nagern und der Katze. *Archiv f. mikr. Anat.*, 1905, t. LXVII, p. 267-290, avec 1 pl.

³ R. ASSHETON and TH. G. STEVENS : Notes on the structure and the development of the Elephant's placenta. *Quart. Journ. of micr. Sc.*, oct. 1905, t. XLIX, p. 1-37, avec 5 pl.

ment of the Mammalian Embryo to the walls of the uterus. *Quart. Jour. Micros. Sc.*, 1894, t. XXXVII.

⁴ VAN DER HOEVEN : La placentation humaine. *Petrus Camper*, 2^e Deel., 1^{re} Afv., 1903, p. 29-43.

⁵ H. LÖWY : Die Rückbildung der Allantois beim Menschen. *Arch. f. Anat. u. Physiol.; Anatom. Abth.*, 1905, p. 158-176 avec 1 pl. et 5 fig.

Le placenta de l'Éléphant, qui n'a été étudié jusqu'ici que deux ou trois fois, a une forme zonaire, mais cette ressemblance avec le placenta des Carnivores est tout à fait superficielle. Le placenta de l'Éléphant diffère de celui des Carnivores : *a*) par la présence de trois aires d'attachement, au lieu d'une, dont deux sont entièrement du type décidué, l'autre étant en partie déciduée et en partie non déciduée; *b*) parce qu'il n'y a pas de formation comparable à un angio-plasmode; *c*) parce que les capillaires maternels ne deviennent pas directement les vaisseaux maternels du placenta.

Par contre, le placenta de l'Éléphant montre, par ses longues villosités, qui tendent à rester incluses dans les parois de l'utérus, une ressemblance avec ce que l'on a trouvé chez les Sirénides. Il se rapproche encore du placenta des Périssodactyles par la disposition de ses villosités et du type disco-placenta, par l'envahissement du trophoblaste par le courant sanguin maternel. Les auteurs signalent également dans la courbe syncytiale du placenta des granules pigmentaires en abondance; le pigment, qui n'existait pas dans un placenta plus jeune décrit par Owen, serait un produit d'excrétion que les leucocytes, fœtaux ou maternels, transporteraient du fœtus dans le courant sanguin maternel.

Dans les *Proceedings of the Zoological Society of London* de l'année dernière, Richard Assheton donne une description intéressante du fœtus et du placenta de ces petites souris africaines du genre *Acomys* qui portent sur leur dos des piquants acérés¹. Le placenta de ces Rongeurs ressemble, dans sa forme, dans l'arrangement et dans le caractère des membranes, à celui des Rats et des Souris qui a été bien décrit par Mathias Duval. Il en diffère, cependant, pour ce qui concerne le système vasculaire, parce qu'il ne présente rien de comparable au « plasmode endovasculaire », M. Duval décrivant sous ce nom le bourgeonnement du trophoblaste dans les vaisseaux maternels².

II. — DÉVELOPPEMENT DU CERVEAU HUMAIN.

Nous savons, depuis W. His (1889), comment se fait le développement morphologique du cerveau antérieur de l'homme jusqu'à la fin du troisième mois de la vie fœtale; mais nous n'avons encore que des notions confuses sur les stades ultérieurs, surtout en ce qui concerne le développement des grandes commissures (Balken et Fornix), et cela

malgré les recherches sérieuses de Marchand³. Quant aux assez nombreux travaux qui ont été faits sur le développement de ces régions chez les Mammifères, ils ne peuvent guère nous servir ici, car ils s'adressent à des types qui sont de beaucoup trop éloignés de l'espèce humaine. C'est pourquoi nous sommes heureux d'avoir à rendre compte ici d'un premier Mémoire de Goldstein⁴, consacré à l'étude d'un cerveau de fœtus humain âgé de 10 cent. 3, c'est-à-dire parvenu au quatrième mois et dans un parfait état de conservation. Ce cerveau, coupé et re-

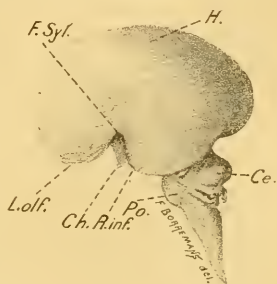


Fig. 9. — Encéphale d'un embryon humain âgé de 4 mois et demi $\frac{3}{4}$ de la grand. naturelle). — H., hémisphère gauche; F. Syl., scissure de Sylvius; L. olf., lobe olfactif; Ch., chiasma; R. inf., recessus infundibuli; Po., Pont de Varole; Ce., cervelet.

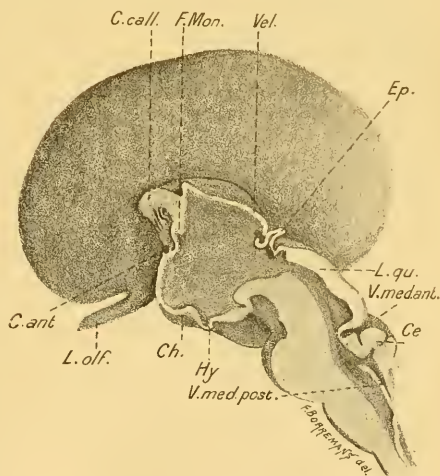


Fig. 10. — Moitié droite de l'encéphale représenté par la figure 9, vue du dedans. — C. call., corps calleux; F. Mon., trou de Monro; Vel., velum; Ep., epiphyse; L. qu., tubercles quadrigémeaux; V. med. ant., velum medullaire antérieur (valvule de Vieussens); Ce., cervelet; C. ant., commissure antérieure; L. olf., lobe olfactif; Ch., chiasma; Hy., hypophyse; V. med. post., velum medullaire postérieur (valvule de Tarin).

construit par Goldstein, nous montre un stade

¹ On the Foetus and Placenta of the Spiny Mouse (*Acomys cahirinus*). *Proceed. of the Zoolog. Soc. of London*, 1903, t. II p. 280-288, avec 5 fig.

² Nous avons reçu également de Richard Assheton une très intéressante étude sur la croissance de l'embryon des Vertébrés, dont nous aurons sans doute l'occasion de parler longuement dans notre revue de l'année prochaine.

³ *Arch. f. mikr. Anat.*, t. XXXVII, 1891, 298-231.

⁴ KURT GOLDSTEIN. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirnes. I. Die erste Entwicklung der

qui vient immédiatement après le dernier âge décrit par His.

A cet âge, la longueur des hémisphères, après fixation dans le liquide de Zenker, est de 31 millimètres ; le lobe occipital est nettement distinct (fig. 9) ; il en est de même du lobe temporal, qui est séparé du lobe frontal par une fosse accentuée, première indication de la scissure de Sylvius ; en coupe antéro-postérieure (fig. 10), on peut voir en

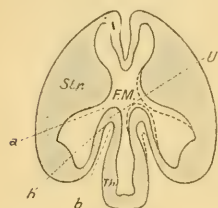


Fig. 11. — Coupe horizontale schématique faite à travers un cerveau d'embryon humain. Stade I. — U, endroit du repliement; a, b, scissures; Th., thalamus; Str., corps strié.

plus la partie antérieure et inférieure du cerveau intermédiaire et du chiasma optique ; au-dessous du lobe frontal se place le lobe olfactif à l'extrémité antérieure renflée.

Il est à remarquer que la surface des lobes cérébraux est absolument unie et sans aucune trace de plis ; on ne trouve même pas le sillon des corps calleux, que les anciens obser-

vateurs, tels que Marchand, ont décrit et figuré, sans doute d'après des cerveaux en mauvais état de conservation ; Goldstein voit seulement en cet endroit une dépression linéaire et courbée qui se termine en avant derrière le corps calleux.

La plus grande longueur du corps calleux est de

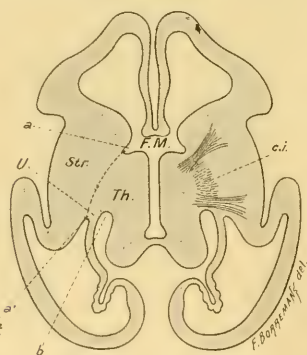


Fig. 12. — Coupe analogue au stade II.

2mm, 3 ; sur une coupe médiane, il se montre sous la forme d'une surface convexe en haut, concave en bas, pointue en avant, plus large et arrondie en arrière ; elle est encore située tout entière devant

le thalamus ou corps optique, le dépassant à peine à droite et à gauche.

En arrière, le corps calleux se trouve en relation avec la *lamina terminalis*, qui est épaissie de 1/4 de millimètre et qui se continue à droite et à gauche

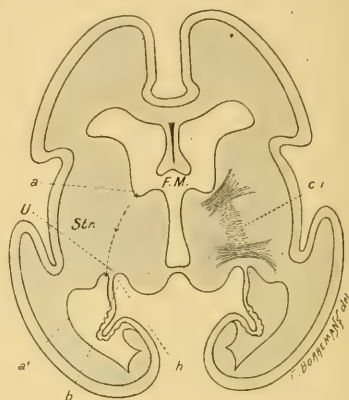


Fig. 13. — Coupe analogue au stade III.

avec les hémisphères. Derrière cette lame, se trouve le trou de Monro.

Dans des stades antérieurs, au cours du développement, la paroi médiane des hémisphères s'était retournée sur le thalamus, directement derrière le trou de Monro ; ces repliements s'accroissent, modifiant de plus en plus la conformation interne du cerveau, comme le montrent les figures 11 à 14. Dans ces figures, U marque l'endroit du repliement, a et b les scissures profondes qui en résultent en dedans et en dehors du cerveau.

Au stade présenté par le cerveau de Goldstein, on ne trouve plus trace de la paroi hémisphérique médiane infléchie, de sorte que le thalamus et le corps strié se trouvent placés à côté l'un de

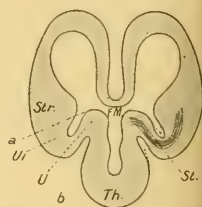


Fig. 14. — Coupe analogue au stade IV.

l'autre, séparés seulement par les fibres de la capsule interne ; en même temps, les scissures a et b se sont aplaties extraordinairement ; aussi, sur une coupe transversale, on n'en trouve plus qu'un petit reste. La disparition de ces scissures a été toujours expliquée, jusqu'à maintenant, d'abord par l'union du thalamus et du corps strié avec les parois médianes des hémisphères, puis par la disparition ultérieure et complète de ces parois médianes sous

l'influence de l'entre-croisement du thalamus et du corps strié qui finissent par se joindre directement. Ce serait au niveau de cet entre-croisement que pénétreraient, d'avant en arrière, les fibres de la couronne rayonnante. C'est ainsi que Déjerine présente encore ces faits, dans son grand livre sur l'*Anatomie du système nerveux*. Mais Goldstein, reprenant en partie l'opinion de Schwalbe, montre qu'il n'existe probablement pas ici ni un entre-croisement réel du thalamus et du corps strié, ni une croissance *appositionnelle* des fibres de la couronne rayonnante. Il s'agirait plutôt là, pour lui, d'une croissance en masse des parties du cerveau considérées. Les fibres de la couronne rayonnante partent de la paroi latérale du bulbe, entre le noyau canelé et le noyau lenticulaire, pour arriver sur le côté du thalamus (fig. 14, *St.*). Ces fibres existeraient dès le début dans leur ensemble morphologique; en même temps que croissent les hémisphères, on voit de nouvelles fibres s'intercaler toujours entre les anciennes; puis le thalamus et le striatum croissent activement, surtout d'avant en arrière, amenant le rétrécissement de la fente *a*, comme c'est montré dans la figure 11 par les lignes pointées à droite. Des coupes horizontales, faites en cet endroit, montrent qu'il se fait un rétrécissement progressif du pli *a*, amenant finalement une union entre le thalamus et le corps strié.

Au-dessous des corps striés, le troisième ventricule est un peu dilaté; en avant se voit le recessus opticus; en bas se trouvent les fibres du chiasma optique; le ventricule se continue ensuite par l'infundibulum qui va dans la tige de l'hypophyse; en arrière de celle-ci se trouve le recessus mamillaire, où l'on peut déjà reconnaître, sur des coupes vues à la loupe, la substance grise des corps mamillaires (fig. 10). Le toit du ventricule n'est pas aussi uni que le montre la figure; en réalité, il présente de nombreuses circonvolutions qui sont dessinées exactement dans le cerveau plus jeune, représenté dans la figure 13.

De la partie antérieure de la région épiphysaire, le plafond du troisième ventricule forme quelques petites cavités, que Burckhardt a décrites comme un « velum »; peut-être est-ce là l'origine des parapyses, mais c'est encore un point à élucider.

A ce niveau se trouve la commissure supérieure qui représente la commissure du ganglion habenulaire. Cette commissure forme la paroi antérieure épaisse du diverticule épiphysaire; la paroi postérieure est un peu recourbée et se continue en bas par un repli rayé où se trouve placée la commissure postérieure.

Les tubercules quadrijumeaux sont déjà bien indiqués dans le volume respectif qu'ils auront plus tard. Le fond de l'aqueduc de Sylvius est fortement

renflé, ce qui rétrécit déjà beaucoup la cavité du ventricule, surtout dans la partie antérieure; en arrière, cette cavité présente d'abord un élargissement, puis se continue par un petit canal limité en arrière par le *velum médullaire antérieur* qui se continue avec le cervelet (fig. 10).

Sur le cervelet, on voit encore distinctement les hémisphères qui sont sans plis et un lobe moyen (vermis) coupé transversalement par quatre scissures profondes qui séparent les circonvolutions primitives l'une de l'autre.

La face inférieure du cervelet recouvre le quatrième ventricule, qui est creusé plus profondément en avant; dans sa moitié postérieure, le ventricule est plus étroit parce que son fond se renfle fortement, et en arrière il est limité par le *tænia médullaire*; sur les côtés et en arrière, il se prolonge par les *recessus latéraux*, de sorte que la fente entre le

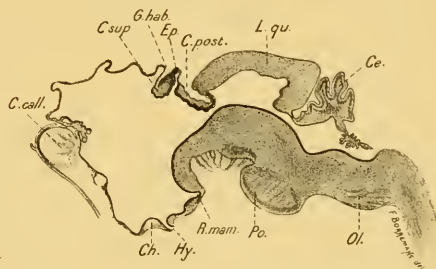


Fig. 13. — Coupe sagittale médiane d'un encéphale humain plus jeune que celui représenté dans la figure 9 d'après une figure de Goldstein (retournée). — C.call., corps calleux; C.sup., commissure supérieure; G.hab., ganglion habenulaire; Ep., épiphyse; C.post., commissure postérieure; L.qu., tubercules quadrijumeaux; Ce., cervelet; Ch., chiasma; Hy., hypophyse; R.mam., recessus mamillaire; Po., pont de Varole; Ol., olive.

velum médullaire postérieur et le *tænia medullaris* du quatrième ventricule ne s'ouvre pas seulement en arrière, mais encore latéralement. Derrière le ténia se voit un dôme qui répond au clavae et au noyau du *Funiculus cuneatus*, auquel se joint latéralement le large corps restiforme. Plus ventralement, nous trouvons l'origine des *pyramides*, qui sont encore très peu développées; à côté d'elles, on voit les olives qui, au contraire, sont déjà très prononcées.

Depuis le travail de Goldstein, His a réuni en une grande monographie les nombreux travaux spéciaux qu'il a entrepris sur le développement des premiers stades du cerveau humain⁴. Comme, dans cet ouvrage, His se trouve en contradiction avec certaines des idées de Goldstein, celui-ci revient à

⁴ W. His: Die Entwicklung des menschlichen Gehirnes während der ersten Monate. *Untersuchungsergebnisse*, Leipzig, Hirzel, 1904.

nouveau sur la question dans un long article de l'*Anatomischer Anzeiger*¹.

Une des idées de Goldstein les plus intéressantes est celle qui a trait à la formation des circonvolutions cérébrales. Pour Ilis, les premiers plis du cerveau apparaîtraient au-dessus du corps calleux déjà au troisième mois de la vie embryonnaire; pour Goldstein, au contraire, qui se rencontre ici avec Hochstetter et Retzius, les cerveaux du quatrième et même, d'après Mall, ceux du cinquième mois seraient encore absolument sans plis; l'aspect décrit par Ilis ne serait pas un pli réel du cerveau, c'est-à-dire une formation dérivée d'un plissement dans la paroi, mais il s'agirait d'une simple rigole creusée dans la paroi et en rapport avec les branches d'origine du nerf olfactif, d'où les noms de *suleus olfactorius* et de *fovea olfactoria* sous lesquels Goldstein désigne ces formations.

Goldstein étudie en même temps la croissance du *corps calleux* jusqu'au quatrième mois sur des coupes médianes ainsi que sur des coupes longitudinales et transversales. Il arrive aux mêmes résultats que ceux auxquels Martin et Elliot Smith sont arrivés en étudiant différents animaux. Pour tous ces auteurs, le corps calleux ne provient pas d'une croissance des *parois* de l'hémisphère comme Ilis le croit, mais il se forme, par différenciation sur place, aux dépens de la *lamina terminalis*, qui unit, à l'origine, un hémisphère à l'autre et d'où proviennent également les fibres de la couronne rayonnante. Ajoutons que Goldstein diffère également de Ilis pour ce qui concerne la formation de l'hippocampe, qui se manifeste vers le quatrième mois: pour l'un, ce corps provient d'un plissement de la paroi du cerveau; pour l'autre, il se forme par l'enroulement de la couche corticale, comme le montre la figure 15.

III. — DÉVELOPPEMENT DU CERVELET HUMAIN.

Les embryologistes allemands, en particulier Bolk, nous ont montré que le cervelet n'est pas composé en réalité de trois parties distinctes: d'une partie médiane ou vermis et de deux hémisphères latéraux, mais qu'il se montre originairement formé d'un lobe antérieur et d'un lobe postérieur.

Ces deux lobes sont séparés l'un de l'autre par une scissure appelée *suleus primarius*, marquée par une croix dans les figures ci-dessous. Ils se subdivisent bientôt en lobules secondaires, dont nous

allons suivre le développement sur les coupes médianes données par Berliner².

L'organisation du lobe postérieur est facile à comprendre: sur un fœtus de trois mois (fig. 16), il se compose déjà de trois lobules nettement séparés: l'un (a) est le *nodulus*, le second (b) est l'*avala* et le troisième donnera dans le cinquième mois (fig. 17): le *pyramis* (c'), le *tuber vermis* (c''), le *folium cacinis* et le déclive. Chacun de ces lobules se divisera, dans la suite, d'une façon très simple, qu'il est facile de suivre sur les figures ci-après (fig. 18 à 21).

Le développement du lobe antérieur du cervelet est un peu plus compliqué; une coupe médiane montre ici en général trois lobules seulement: la *lingula*, le *lobulus centralis* et le *culmen*. Cependant, Ziehen³ a montré que, dans quelques cervelets, le lobule central se divise lui-même en deux lobules ou *sublobuli*: un antérieur, plus faible, et un postérieur.

Le cervelet d'un fœtus de trois mois montre,



Fig. 16.



Fig. 17.

Fig. 16. — Coupe médiane à travers le cervelet et le bulbe d'un fœtus humain du 3^e mois (gross. 1 3/4).

Fig. 17. — Coupe médiane à travers le cervelet et le bulbe d'un fœtus de 4 mois (gross. 1 3/4). — IV Ventr., 4^e ventricule; Corp. quadn., corps quadratique; culm., culmen; a., nodulus; b., avala; c., pyramis; c', tuber vermis; centr. a. et p., lobules centraux antérieur et postérieur.

immédiatement en avant du *suleus primarius*, un lobule bien formé sur la surface ondulée duquel est indiquée déjà la formation de lobules secondaires; c'est le *culmen* (*culm.*).

Devant le culmen se voient encore deux circonvolutions qui appartiennent au lobule central (*cent.*); la lingula ne se trouve encore indiquée ni dans ce stade, ni dans le suivant.

Dans le fœtus de quatre mois (fig. 17), les circonvolutions principales sont déjà très distinctement prononcées. En avant du culmen s'est formé un gyrus très étendu, qui montre encore ici une certaine indépendance du culmen, mais qui, comme l'indique la suite du développement, va bientôt s'attacher à celui-ci. En avant, se voient les deux

¹ K. GOLDSTEIN: Zur Frage der Existenzberechtigung der sogenannten Bogenfurchen des embryonalen menschlichen Gehirns, nebst einigen weiteren Bemerkungen zur Entwicklung der Balken und der Capsula interna. *Anat. Anz.*, 1901, t. XXIV, p. 579-595, 1 pl. et 10 fig.

² KURT BERLINER: Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte des Kleinhirns, nebst Bemerkungen über die Entwicklung der Funiculusstüchtigkeit desselben. *Arch. f. mikr. Anat. u. Entwickl.*, 1905, t. LXI, 220-270, 19 fig. et 1 pl.

³ ZIEHEN: Makroskopische Anatomie des Gehirns. *Beideleben, Anatomie*, 10. Lieferung.

lobules centraux : l'antérieur (*cent. a*) et le postérieur (*cent. p.*) dont la partie antérieure porte une circonvolution qui est encore indépendante à ce stade comme la circonvolution du culmen.

Au cinquième mois (fig. 18), la lingula, qui est apparue distinctement, commence à montrer, comme les lobules centraux, de nombreuses circonvolutions secondaires bien formées. A ce stade, le lobe antérieur du cervelet humain apparaît divisé en quatre lobules secondaires, comme le lobe

postérieur ; mais, dans la suite du développement, on voit en général les deux lobules centraux se fusionner en une seule masse centrale qui, à l'état adulte, prend un grand développement (fig. 19, 20 et 21). Cependant, on

peut voir des cervelets où les deux lobules gardent leur indépendance jusqu'à l'état adulte (fig. 20).

Voyons maintenant, toujours avec Berliner, comment se fait le développement intérieur du cervelet. Chez un fœtus de trois mois, qui nous montre les gyri dans leur forme la plus primitive, on trouve en général des formations comparables à

Au-dessous de la couche granuleuse, se trouve une zone assez pauvre de cellules ; ensuite une couche de un ou deux rangs de cellules irrégulièrement placées, contenant à la base de grands noyaux vésiculeux et une masse protoplasmique piriforme et granuleuse ; ces grosses cellules res-

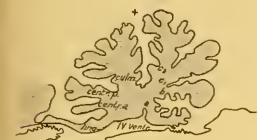


Fig. 18. — Cervelet d'un fœtus de 5 mois. — *ling.*, lingula ; les autres lettres comme précédemment.



Fig. 20. — Cervelet d'un enfant nouveau-né.

semblent beaucoup aux neuroblastes moteurs de la moelle dorsale ; on doit les considérer comme précédant l'apparition des cellules de Purkinje et peut-être comme des cellules de Golgi.

En dessous, se trouve encore une zone de cellules

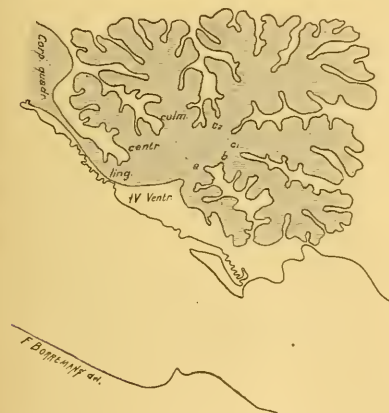


Fig. 19. — Cervelet d'un fœtus de 6 mois.

celles qu'on trouve chez l'embryon de Poulet, du quatorzième jour à la naissance. La couche granuleuse externe est formée de dix rangées environ de cellules, qui sont d'autant moins pressées entre elles qu'on s'enfonce dans le cervelet¹.

¹ Chez le Poulet, on ne peut diviser cette couche granuleuse

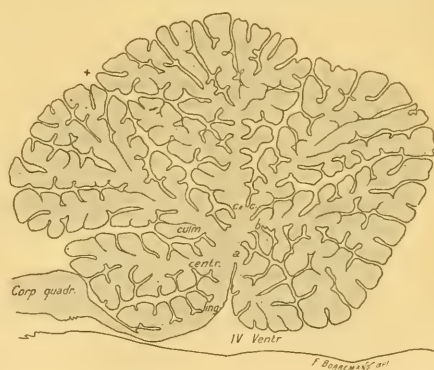


Fig. 21. — Cervelet d'un enfant âgé d'un an (gross. 1 3/4).

serrées formant comme un ruban étroit ; il s'agit ici de l'origine de la couche granuleuse du cervelet adulte.

On arrive ainsi au milieu du gyrus, près de la substance blanche où les cellules sont plus rares et

lées en deux zones distinctes, comme on peut le faire chez le Chat, par exemple.

disposées en groupes ou rangées irréguliers, séparés l'un de l'autre par les fibres des nerfs qui se forment ici.

Toutes ces couches deviennent seulement nettement distinctes chez le Poulet à la naissance, où l'on voit une couche moléculaire se différencier à la base de la couche granuleuse externe. Elles le sont encore davantage dans le cervelet d'un fœtus humain de trois mois, où le gyrus est encore dans sa forme la plus primitive (fig. 22) ; cela se présente du moins pour les couches superficielles, car on ne voit encore aucune cellule, ni aucun noyau qui puissent être considérés comme éléments souches des cellules de Purkinje. A quatre mois, la couche granuleuse superficielle paraît plus réduite, alors que la zone moléculaire est devenue plus large ; les gyri se sont agrandis tout en présentant le type primitif (fig. 23). A cinq mois, on voit apparaître, au fond de la zone moléculaire, de grands noyaux



Fig. 22. — Structure du cervelet d'un fœtus âgé de 3 mois (gross. 17).

vésiculeux, première indication de la zone des cellules de Purkinje.

Pendant le mois suivant, les circonvolutions s'organisent, mais les éléments cellulaires se modifient peu.

Au septième et au huitième mois, on voit apparaître très nettement, pour la première fois, une couche granuleuse interne très bien développée, dont l'aspect rappelle celui de l'état adulte ; c'est également à ce moment qu'on peut reconnaître distinctement, surtout avec la méthode de Golgi, le corps cellulaire des cellules de Purkinje, qui envoie un prolongement protoplasmique jusque dans la zone moléculaire (fig. 24). Chez le nouveau-né, les seuls changements qu'on observe sont un élargissement de la couche granuleuse interne au niveau des circonvolutions et un allongement des prolongements de Purkinje qui vont tout près de la couche granuleuse superficielle.

Un mois après la naissance, on voit se former sur les lobes secondaires des circonvolutions tertiaires ; la couche granuleuse externe, devenue de

plus en plus étroite, se compose encore de cinq rangées de cellules environ. On n'en trouve plus guère que trois rangées, à trois mois et demi, alors que le cervelet s'agrandit toujours en surface par la formation de nouvelles circonvolutions entre

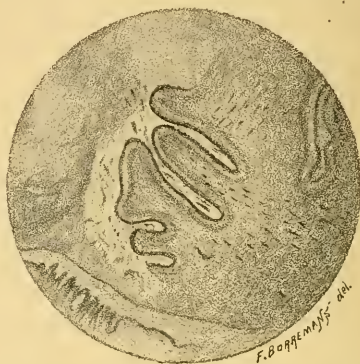


Fig. 23. — Structure du cervelet d'un fœtus âgé de 4 mois (gross. 17).

celles qui existent déjà. Mais nous sommes là à un maximum d'activité de croissance, car, à partir de maintenant, l'agrandissement du cervelet va de plus en plus lentement. Au huitième et au neuvième mois, la couche granuleuse superficielle a entière-



Fig. 24. — Structure du cervelet d'un fœtus de 8 mois (gross. 17).

ment disparu ; il ne reste plus que la couche moléculaire avec ses cellules de Purkinje et la couche de grains formée de myéocytes. A partir de ce moment, le cervelet n'a plus qu'à grandir un peu pour arriver à l'état adulte, et cette croissance ne se fera plus que par la simple augmentation des éléments préexistants, car on ne trouvera plus main-

tenant, dans ces éléments, aucune trace de division cellulaire.

Il est à remarquer que la couche granuleuse superficielle, que nous avons vu disparaître chez l'homme, au huitième mois après la naissance, se montre avec le même caractère transitoire chez tous les animaux qui présentent un cervelet compact, c'est-à-dire chez les Poissons osseux, les Oiseaux et les Mammifères; elle ne se montre pas, au contraire, chez les animaux où le cervelet se présente sous la forme d'une lamelle simple, comme chez les Cyclostomes, les Amphibiens et les Reptiles, ou plissée comme chez les Sélaciens.

Les anciens auteurs, tels que Vignal¹, Bellonci-Stefani², croyaient que les matériaux de cette couche disparue servaient à la formation de la couche moléculaire.

D'autres opinions, que l'on trouvera dans Berliner³, ont été avancées depuis, sans que la question paraisse être nettement résolue.

Tous les faits donnés par la Physiologie et la Pathologie, que l'on trouve réunis par Thomas dans son livre sur *Le Cervelet* (Paris, 1897), concordent pour nous montrer cet organe comme étant le centre de tous les réflexes qui ont pour résultat la conservation de l'équilibre de l'individu. Un réflexe demande, comme l'on sait, une partie centripète ou réceptrice, un centre et une partie centrifuge, motrice. Or, ces trois parties principales du cervelet sont connues anatomiquement et il est donc facile de suivre leur développement. C'est ce que fait encore Berliner, comme suite à son Mémoire sur le développement morphologique du cervelet. La partie centripète est formée par le cordon latéral, par le faisceau de Gowers et par des fibres qui proviennent des cordons postérieurs ainsi que du noyau vestibulaire.

Ces voies réceptrices nous renseignent sur la position de la tête. Les autres voies réceptrices viennent des articulations et des muscles. Toutes ces réceptions s'associent entre elles par des prolongements cylindre-axiles des « cellules en corbeille », qui envoient, comme l'on sait, des collaté-

rales dont les terminaisons se ramifient sur les cellules de Purkinje.

La partie centrifuge de l'arc réflexe cérébelleux serait formée par des fibres qui se mettent en relation avec les cellules des cornes antérieures ou motrices.

En terminant cette partie de notre revue, citons un travail de Donaldson sur un sujet d'étude qui devrait, selon nous, occuper davantage l'activité des embryologistes. Ce travail, dont nous ne connaissons malheureusement qu'un compte rendu¹, a consisté à étudier les changements dans la proportion d'eau présentée par le système nerveux central du Rat blanc, au cours de son développement, après la naissance.

Donaldson a vu qu'au cours de la première année le pourcentage d'eau dans le cerveau tombe approximativement de 89 à 77 %, et dans la moelle de 86 à 69 %. Dans le cerveau, la décroissance se fait presque tout entière durant les premiers septante jours de la vie, alors que, dans la moelle, cette période est un peu plus prolongée.

Donaldson a remarqué, de plus, qu'au cours du même temps les solides ont augmenté dans ces organes d'une façon corrélatrice avec l'âge et plus rapidement que le poids même des organes. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas mis en évidence, dans ses recherches, le facteur sexe.

Nous avons reçu un *Précis d'Embryologie de l'Homme et des Vertébrés*, par Oscar Hertwig, traduit sur la deuxième édition allemande par L. Mercier.

C'est la mise au point, par un maître dont la renommée est universelle, de l'état actuel de nos connaissances sur le développement de l'Homme comparé à celui des autres Vertébrés; c'est le seul ouvrage, écrit en français, que nous puissions recommander actuellement aux étudiants qui ont besoin de connaissances claires et précises en Embryologie.

D^r Gustave Loisel.

Directeur du Laboratoire d'Embryologie
à l'Ecole des Hautes-Etudes.

¹ Arch. de Pysiol., 1888.

² Arch. ital. de Biol., 1889.

³ Loc. cit., p. 236.

¹ H. DONALDSON : Changes in the percentages of water in the central nervous system of the White Rat between birth and maturity. *Science*, 1905, t. XXI, n° 545, p. 884.



BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Czuber (E.). — *Professeur à l'Ecole Technique supérieure de Vienne. — Vorlesungen über Differential und Integralrechnung. Tome I, 2^e édition.* — 1 vol. in-8° de 560 pages avec 115 figures (Prix cartonné : 15 fr.). B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1906.

Nous avons déjà signalé à nos lecteurs la publication de la première édition de cet excellent traité. L'apparition d'une seconde édition est une preuve du succès qu'il a obtenu. Les quelques améliorations de détail qui lui ont été apportées en augmentent encore la valeur pédagogique.

Goodrich (W. F.), *Membre de l'Institution of Mechanical Engineers.* — *Refuse disposal and Power production (LE TRAITEMENT DES ORDURES MÉNAGÈRES ET LA PRODUCTION DE L'ÉNERGIE).* — 1 vol. in-8° de 384 pages, avec 98 figures. (Prix : 20 fr.) Archibald Constable and Co, éditeur, 2, Whitehall Gardens, Londres, 1905.

Le problème du traitement des ordures ménagères préoccupe depuis longtemps et à juste titre les administrateurs et les hygiénistes. Dans les campagnes et dans le plus grand nombre des villes, on en est encore réduit au vieux procédé qui consiste à accumuler tous les détritiques des agglomérations urbaines sur de vastes terrains réservés à cet effet, entassement qui n'est pas sans faire courir souvent des risques sérieux au point de vue de la santé publique. Dans certaines localités situées au bord de la mer ou à proximité, on transporte au moyen de chalands les ordures au large où on les immerge. Mais ce dernier moyen n'est pas d'un emploi général; aussi la question s'est-elle posée depuis longtemps de substituer au vieux système d'épandage un procédé plus rationnel et plus hygiénique aboutissant à la destruction complète des ordures.

L'une des solutions proposées est la crémation, parfaite au point de vue sanitaire, puisque, si elle est bien complète, elle fournit des produits dépourvus de toute nocivité. Mais il était à craindre que les frais de ce mode de traitement fussent hors de proportion avec les avantages obtenus, si l'on n'avait en même temps constaté que les ordures de composition moyenne sont combustibles par elles-mêmes et dégagent, pendant cette combustion, une quantité importante de chaleur, qui peut être transformée sous une autre forme d'énergie, mécanique ou électrique, par les moyens connus.

Ce procédé se trouvait donc avantageux à la fois au point de vue économique et sanitaire, et il n'est pas étonnant qu'il ait pris un grand développement, qui reste toutefois confiné à certains pays, au premier rang desquels se trouve l'Angleterre. M. Goodrich a pu étudier à fond dans son pays le fonctionnement des installations de ce genre, et c'est le fruit de ses observations qu'il offre dans l'ouvrage que nous analysons.

Il décrit d'abord les principaux types de destructeurs actuellement en usage, avec les systèmes de chargement des ordures et la conduite de la combustion. Le résidu de la combustion peut être employé à la construction des lits bactériens, à la fabrication du mortier, des briques et même à la construction de petites maisons. Quant à la chaleur dégagée, elle s'emmagine dans les gaz de la combustion, qui sont conduits dans les faisceaux tubulaires de chaudières de types divers où ils servent à la production de

vapeur. Les installations de destructeurs varient suivant l'usage subséquent qui est fait de cette vapeur. Dans le plus grand nombre, elle est employée à la génération de l'électricité, pour la traction ou l'éclairage; dans une seconde catégorie, elle actionne des pompes pour l'enlèvement des eaux d'égouts; enfin, dans une troisième catégorie d'installations, elle actionne des pompes pour l'alimentation de la ville en eau potable. L'auteur décrit les caractéristiques de ces dispositifs.

Le reste du livre est consacré à une description détaillée de tous les destructeurs existant dans le Royaume-Uni. Le premier fut installé à Manchester en 1876; on en comptait 175 au commencement de 1904, et ce nombre est aujourd'hui largement dépassé. Pour les installations les plus importantes, l'auteur donne des indications numériques détaillées et fort intéressantes : composition moyenne des ordures, quantité traitée, production de vapeur par heure, température atteinte, composition du résidu et des gaz de la combustion, frais de traitement et rendement économique de l'installation. Sont, en outre, décrites un certain nombre d'installations étrangères, en particulier aux Etats-Unis, au Canada, dans les colonies anglaises, à Bruxelles, à Hambourg, à Monaco, à Zurich. A Paris, un petit destructeur expérimental avait été érigé à Javel en 1895; quoiqu'il ait fonctionné d'une façon satisfaisante, les opérations n'ont pas été reprises sur une plus grande échelle.

Telle est la matière de l'ouvrage de M. Goodrich, qui constitue une riche mine de renseignements pour tous ceux qui intéressent la question du traitement des ordures ménagères.

L. B.

2° Sciences physiques

Guillaume (Jacques), *Ingenieur des Arts et Manufactures.* — *Notions d'Electricité. Son utilisation dans l'industrie.* — 1 vol. in-8° de 346 pages et 154 figures (Prix : 7 fr. 50). Gauthiers-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Ce livre, fait d'après les cours professés par l'auteur à la Fédération nationale des chauffeurs, conducteurs, mécaniciens, automobilistes de toutes les industries, s'adresse aussi aux industriels qui désirent se rendre compte des installations de force motrice et de lumière qu'ils se proposent de faire dans leurs usines : les notes du cours ont été largement complétées à cet effet.

Le livre débute par une introduction sur les notions générales de Mécanique, et il se développe en six chapitres dont les titres sont :

1° Généralités sur les machines électriques industrielles, qui forment en réalité un exposé des lois générales de l'électricité;

2° Courant continu : génératrices et moteurs;

3° Courant alternatif : généralités, alternateurs, moteurs synchrones et asynchrones, transformateurs, convertisseurs;

4° L'utilisation des machines électriques : transport de l'énergie, distribution, éclairage;

5° Accumulateurs;

M. Goodrich, qui est un spécialiste en matière d'ordures ménagères, avait déjà exposé cette question d'une façon générale dans un précédent ouvrage : *The Economic Disposal of Town's Refuse*, 1 vol. in-8° de 346 pages avec 75 fig. (Prix : 13 fr. 25). P. S. King and Son, 2 et 4, Great Smith Street, Londres, 1901.

* Voir la Revue du 15 juillet 1899, t. X, p. 526.

6° Traction : chemins de fer, tramways, automobiles.

Ce livre contient d'excellentes choses, exposées avec clarté pour celui qui connaît avec précision les lois de l'électricité générale.

Pour se faire comprendre de ses lecteurs et de son auditoire, l'auteur fait une introduction sur l'énergie en cinq pages, et un résumé de magnétisme et d'électricité en dix-huit pages, à coups de comparaisons pas toujours heureuses.

Si cette première partie de son livre était plus précise et traitée avec assez d'ampleur pour permettre au lecteur une intelligence claire des applications, alors même qu'elle serait incomplète, je louerais l'auteur sans réserves; je l'engage beaucoup à réformer dans ce sens sa nouvelle édition.

R. SWYNGEDAUM,

Professeur de Physique et d'Electricité industrielles à la Faculté des Sciences de Lille.

Ditte (Alfred), Membre de l'Institut. — Etude générale des Sels. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris. 1^{re} partie: Sels binaires. — 1 vol. de 304 pages. (Prix: 10 fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris, 1906.

Ce volume est destiné aux élèves des Facultés; il ne constitue donc pas une étude bibliographique des sels, mais un exposé méthodique des propriétés générales qu'ils présentent quand on les étudie par groupes homogènes. Le point de vue commun nécessaire dans un ouvrage de cette nature pour relier les faits entre eux est constitué ici par les propriétés thermochimiques. De même que dans le traité classique du même auteur: *Leçons sur les métaux*, publié en 1890-1891, les principes de la Thermochimie trouvent leur application constante dans tout ce volume, qui ne constitue d'ailleurs qu'une première partie de l'œuvre totale.

Cette première partie est consacrée aux *sels binaires*: hydrures, fluorures, oxydes, carbures, etc.; on y trouvera une foule de données numériques empruntées soit à l'ouvrage de M. Berthelot: *Thermochimie; données et lois numériques*, soit aux Mémoires publiés dans ces dernières années.

G. MARIE.

Docteur ès sciences.

Levat (David), ancien élève de l'École Polytechnique, Membre du Conseil supérieur des Colonies. — L'Industrie aurifère. — 1. vol. in-8° de 889 pages, avec de nombreuses figures et planches hors texte. (Prix: 30 fr.) Dunod et Pinat, éditeurs, Paris, 1905.

L'industrie aurifère est considérée, en général, comme une entreprise qui offre des risques d'insuccès beaucoup plus grands que toute autre exploitation minière, et toute participation à ce genre d'industrie est regardée comme un « billet de loterie ». M. Levat s'élève contre ce préjugé, qui, d'après lui, a pour racine l'ignorance, où se trouvent la plupart des Français, des principes les plus élémentaires qui régissent les mines d'or. Aussi s'est-il efforcé d'élargir le cadre ordinaire des traités écrits uniquement pour un public de spécialistes. Son livre, en effet, n'est pas un simple exposé didactique des divers procédés d'extraction de l'or, avec monographies des meilleures installations à titre d'exemples. Cet ouvrage indique au public comment se créent les affaires aurifères, quelles sont les dépenses à prévoir pour installer tels et tels procédés de traitement, et quels sont les prix de revient de ces procédés. Le capitaliste et le financier qui veulent étudier une affaire trouveront dans cet ouvrage des éléments d'appréciation qui leur permettront d'évaluer leurs risques et de se documenter sur les valeurs intrinsèques de l'affaire qui leur est offerte. Le public, dit M. Levat, pourra ainsi se rendre compte que les affaires de mines d'or, examinées en dehors de toute préoccupation particulière, sont aussi rémunératrices et aussi sérieuses que toute autre affaire minière.

Dans une première partie, M. Levat traite la question de l'extraction proprement dite de l'or de ses

minerais. De là, deux grandes divisions: l'or alluvionnaire et l'or filonien, chacune de ces exploitations ayant ses procédés propres de recherches, d'organisation du travail et ses méthodes de traitement. Les alluvions, aussi bien que les filons, ont été l'objet, dans ces dix dernières années, de perfectionnements et de transformations considérables, que M. Levat décrit sans trop insister sur les procédés antérieurs, qui n'ont plus qu'un intérêt rétrospectif.

Dans la dernière partie de son ouvrage, l'auteur envisage les mines d'or dans les diverses régions du monde, ce qui lui permet de mettre en évidence les méthodes les plus perfectionnées et les plus récentes mises en jeu pour l'exploitation de ces mines. M. Levat insiste surtout sur ceux de ces pays dont il possède une expérience personnelle.

En résumé, nous possédons, grâce au beau et considérable travail de M. Levat, un ensemble très complet et très bien présenté de l'industrie aurifère envisagée au triple point de vue technique, économique et financier. Son livre permet de se rendre compte de l'état d'avancement de l'industrie aurifère, depuis les pays les mieux pourvus en fait d'outillage et de ressources de toutes sortes jusqu'aux contrées les plus éloignées du globe, où la civilisation industrielle n'est encore pour ainsi dire qu'ébauchée.

La clarté de l'exposition est encore rehaussée par l'abondance des figures (schémas, cartes géographiques, courbes, dessins, photographies). Ces figures se présentent très bien, et certaines reproductions de photographies faites à la mine même sont de véritables œuvres d'art.

A. HOLLARD,

Chef du Laboratoire central des Usines de la Compagnie française des Métaux.

3° Sciences naturelles

Machat (J.), Agrégé de l'Université, docteur ès lettres. — Les Rivières du Sud et le Fouta-Diallon. Géographie physique et civilisations indigènes. — 1 vol. gr. in-8° de 324 pages. A. Chail-Jaume, éditeur, Paris, 1906.

Cet important travail est la consciencieuse relation du voyage effectué par l'auteur à travers les broussailles touffues de... la littérature guinéenne. Armé d'une patience à toute épreuve, il a dressé l'inventaire des productions géographiques de la Guinée, analysant, avec la même attention soutenue, les spécimens exubérants et couverts des fleurs de l'imagination, les échantillons rabougris et parfois terre à terre de la statistique, les bourgeois termes des tentatives scientifiques, et même les végétations parasites, qui, comme l'on sait, pullulent dans tous les pays lointains.

Le livre de M. Machat arrive à son honneur. En Guinée, comme dans la plupart de nos possessions d'outre-mer, l'ère des explorations est close: celle de la science ne tardera sans doute pas à s'ouvrir. Il était donc, à mon avis, du plus haut intérêt de fixer, d'après tous les documents qui ont paru jusqu'à ce jour, l'état des questions qui se posent à propos des pays neufs. L'auteur se défend de laisser percer sa préférence pour une source de renseignements plutôt que pour une autre: il tente, avec une entière bonne foi, de faire un corps de doctrine avec des opinions le plus souvent disparates, et il parvient quelquefois à réconcilier le Grand Turc avec la République de Venise.

La plupart des voyageurs ignorent à peu près complètement les travaux de leurs devanciers: c'est d'ailleurs là le secret, et l'excuse, de tant de découvertes qui ne sont que des redécouvertes. Le livre de M. Machat, sans être la table rase cartésienne, sera, je l'espère du moins, la base sur laquelle on pourra élever un édifice solide de connaissances sérieuses.

Après un résumé très complet des nombreux voyages de pénétration qui ont été effectués dans les Rivières du Sud et le Fouta-Diallon, l'auteur étudie la répartition géographique et les rapports entre eux des différents

terrains qui constituent la Guinée française actuelle. Il décrit ensuite le relief du sol, tel qu'il lui apparaît à travers les approximations des voyageurs.

L'étude du climat lui donne des résultats un peu plus concordants, car elle s'appuie sur des faits très faciles à observer. Il en est de même pour la faune et la flore, dont le Muséum possède des échantillons nombreux et précis.

Le chapitre qui traite des populations et des civilisations indigènes est un effort méritoire pour coordonner les renseignements de voyageurs inégalement préparés aux recherches ethnographiques, trop souvent soucieux du seul pittoresque, ou même plus simplement entraînés par le désir inconscient de faire prévaloir telle ou telle thèse intuitive.

Néanmoins, et sous cette réserve que fait l'auteur lui-même dans sa conclusion, à savoir qu'il ne s'agit ici que d'une « préface à l'étude géographique du pays », j'estime que l'ouvrage de M. Machat est appelé à rendre les plus grands services à l'étude de la plus belle et de la plus riche de nos colonies de l'Ouest africain.

D^r MACLAUD.

Dupond (Dr R.), Ancien chef des Travaux de Microbiologie à la Faculté des Sciences de Nancy. — Recherches sur la mobilité et les organes moteurs des Bactéries (Thèse de Doctorat en médecine). — 1 vol. in-8° de 191 pages. Barbier, éditeur. Nancy, 1905.

La mobilité des bactéries ne constitue pas, dans la biologie de ces microorganismes, un élément accessoire ou indifférent. Sans doute, un microbe peut éventuellement perdre la faculté de se mouvoir sous des influences variables : vieillissement, substratum nutritif peu favorable, etc.; en un mot, dans tous les états de souffrance. Cette perte de la mobilité est même, aussi, un phénomène physiologique, en rapport avec la sporulation. Mais, dans ces divers cas, il ne s'agit que d'un fait transitoire. Transplanté dans le milieu optimum, le microbe ou la spore donnent des cultures-filles mobiles.

M. R. Dupond, qui a consacré sa thèse à l'étude des organes moteurs des bactéries, estime, en effet, que la capacité ou l'incapacité de se mouvoir sont des éléments de classification de premier ordre. Une forme acrotriche ne se transforme jamais en une forme péritriche, ni inversement. Cet auteur expose avec détails la morphologie et la physiologie des fous. Selon lui, le courant électrique n'a aucune influence sur l'orientation des bactéries mobiles. L'agglutination par les immunosérums ne modifie les cils ni dans leur forme, ni dans leur disposition, ni dans leur nombre. Les fous fixent l'agglutinine plus que les corps. Ils filtrent à travers la bougie Berkefeld et ils exercent, dans le liquide de filtration stérile, une action énergique comme récepteurs libres (formation et fixation d'agglutinine). Ils sont contractiles. Le vaccin I du charbon présente des cils. Le bacille de la tuberculose, dans les cultures homogènes et agglutinables, ne serait pas mobile : cette opinion n'est pas conforme à celle de MM. Arloing et P. Courmont.

Travail érudit et consciencieux, qui fait honneur à l'Université de Nancy aussi bien qu'à son auteur.

D^r H. VINCENT,
Professeur à l'École d'application
du Val-de-Grâce (Paris).

4° Sciences médicales

Sérieux (Dr Paul), Médecin en chef des Asiles d'aliénés de la Seine. — L'Assistance des aliénés en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse. — 1 vol gr. in-8° de 984 pages, avec planches. Imprimerie municipale. Paris.

Depuis bien des années, les rapports des médecins chargés de rendre compte du fonctionnement des asiles de province ont signalé les imperfections de ces établis-

sements. La plupart répondent mal aux exigences de l'assistance et du traitement des aliénés, tels qu'on les conçoit aujourd'hui. Installés dans d'anciens bâtiments (couvents, dépôts de mendicité), mal adaptés à leur destination actuelle, ils ne peuvent que difficilement être améliorés. Leurs bâtiments symétriques, leurs préaux entourés de murs, leurs quartiers cellulaires, le nombre insuffisant des médecins, des infirmiers et des veilleurs, l'usage habituel des moyens de contention mécanique (camisole de force, colliers de cuir, entraves, etc.), l'installation défectueuse des bains, l'encombrement, enfin, tout cela est vraiment d'un autre âge.

Et n'est-on pas surpris aussi de voir le préjugé de l' incurabilité des maladies mentales persister, non seulement dans les classes éclairées de la population, mais encore chez les médecins et les législateurs, chez ceux même qui se sont donné pour mission de faire reviser la loi de 1838, et que l'on aurait cru mieux informés ?

Cette idée, cependant si naturelle et si simple, qu'un établissement d'aliénés est destiné à favoriser le traitement des maladies mentales, cette idée est, aujourd'hui encore, difficilement acceptée et rarement bien comprise.

Beaucoup s'indignent de voir placer dans un asile des malades « non dangereux ». On parle même souvent d'internement illégal, de séquestration arbitraire. L'asile d'aliénés n'est pas un hôpital où l'on soigne des malades; c'est une prison où l'on incarcère des parias dangereux.

Pourtant, l'expérience de chaque jour le démontre, près de la moitié des internés peuvent sortir un jour de l'asile améliorés, parfois même guéris. Et, même à ne considérer que les formes aiguës, la proportion des guérisons s'élève au-dessus de ce chiffre.

Nul plus que le Dr Paul Sérieux n'a parlé, n'a voyagé, n'a écrit, en vue d'amener la cessation d'un état de choses vraiment pénible pour ceux qui ont souci du bon renom de notre pays.

Longuement, patiemment, il a visité les asiles étrangers et nationaux; obstinément, il a décrit les avantages des uns, en les opposant aux insuffisances des autres. Sobre de commentaires, par la seule exposition des faits, il a entrepris d'instruire le public, en général, et les médecins aliénistes, en particulier, des améliorations qu'ils pouvaient et devaient réaliser, tant pour perfectionner l'assistance et le traitement des aliénés que pour assurer les progrès de la Psychiatrie française.

Le dernier travail de l'auteur est un volumineux Rapport rédigé au nom des délégations comises par le Conseil général de la Seine pour visiter :

1° En 1901, les asiles d'aliénés de la région de l'Est en France et les asiles d'aliénés, les cliniques psychiatriques universitaires, les quartiers d'aliénés criminels de l'ouest de l'Allemagne;

2° En 1902, les asiles d'aliénés, les établissements d'aliénés criminels et les cliniques psychiatriques universitaires de la Suisse et de l'Italie du Nord.

Les délégations ont visité et étudié d'une façon complète les établissements suivants : asiles de Saint-Dizier, de Fains, de Maréville (France); quartier d'aliénés criminels et établissement pénitentiaire de Bruchsal, cliniques psychiatriques de Heidelberg et de Giessen, asile et pavillon d'aliénés criminels de Buren, asile-colonie de Galkhausen (Allemagne); asile clinique de Bale, asile-colonie de Mendrisio (Suisse); asile de Quarto al Mare, asile d'aliénés criminels de Montelupo, asile clinique de Florence, asile d'aliénés criminels et asile clinique de Reggio (Italie).

Ces visites d'étude ont fait constater une fois de plus les progrès accomplis à l'étranger. A vrai dire, c'est une ère nouvelle qui s'ouvre dans l'histoire du développement de l'assistance et du traitement des sujets atteints de maladies mentales.

Parmi les réformes les plus fécondes, il faut citer la multiplication des pavillons de traitement, des quartiers

distincts, et même des asiles spéciaux pour les catégories d'aliénés classés d'après leurs réactions (incurables valides, incurables infirmes, aigus curables, criminels devenus aliénés, aliénés dangereux, épileptiques, idiots, buveurs, nerveux, etc.).

La création d'*asiles-colonies* a été une innovation importante. Ces établissements, où les deux tiers des malades jouissent de la vie en liberté, diffèrent absolument des *asiles-casernes*, des *renfermeries* de jadis. La subordination étroite de l'organisation matérielle aux exigences du traitement a changé du tout au tout la physionomie de l'établissement d'aliénés. Des pavillons isolés disséminés, à destination spéciale soigneusement étudiée, sont affectés chacun à un petit nombre de malades seulement (pavillons de surveillance continue, d'observation, pavillons fermés, villas ouvertes, etc.). L'asile devient ce qu'il doit être : un *hôpital* (pour le traitement des curables), annexé à une *colonie* (pour la vie en liberté des convalescents et des chroniques).

L'assistance des *aliénés criminels* a été organisée dans la plupart des Etats de l'ancien et du nouveau monde : des médecins dirigent des quartiers spéciaux annexés aux établissements pénitentiaires; des pavillons sont affectés, dans certains asiles, aux détenus aliénés ayant terminé leur peine, aux aliénés ayant commis des crimes. En Italie, trois grands asiles centraux recueillent plus de 600 aliénés criminels.

L'assistance des *buveurs d'habitude* est en bonne voie d'organisation. Cependant, il faut le reconnaître, nous n'avons, en France, rien d'analogue aux établissements modèles d'Ellikon et de Berlin.

L'assistance des *épileptiques*, encore si rudimentaire dans nos asiles publics, est une question résolue à l'Etranger. Le seul mode d'hospitalisation qui convienne à ces malades est l'*asile-colonie* spécial, autorisant, d'une part, la vie en liberté au cours des phases de lucidité, et, d'autre part, comportant la surveillance continue et un traitement approprié pendant les périodes délirantes. Les asiles-colonies de Bielefeld, Berlin, Hochweitzschen, sont admirablement installés dans ce double but.

La création de *sanatoriums populaires* pour les nerveux a été aussi un progrès incontestable, de même que les *hopitaux urbains* destinés au traitement immédiat des maladies mentales aiguës. Malheureusement, nous n'avons, en France, ni les uns ni les autres.

Dans le traitement des psychoses, les moyens de contention mécanique ont été supprimés (*no-restraint*), le traitement en liberté mis en pratique (*open-door*), l'*isolement cellulaire* supprimé, le *traitement par le lit*, par les *bains permanents*, généralisé.

Le nombre proportionnel des asiles est plus considérable en Allemagne qu'en France, 152 contre 68. Le confort des aliénés est l'objet d'une plus grande sollicitude : le prix de journée est plus élevé. En France, il oscille entre 4 franc et 1 fr. 25, somme manifestement insuffisante. Pour la région de l'Est, il varie de 0 fr. 80 à 1 franc, tandis que, pour les asiles voisins de la province rhénane, il est de 2 fr. 41.

Enfin, il faut mentionner tout particulièrement l'organisation du service médical en Allemagne, en Suisse et en Italie. Contier 600, 1.000 malades à un médecin, comme on le fait encore chez nous, paraîtrait chez nos voisins une monstruosité. Les médecins-directeurs sont recrutés parmi les médecins en second, ceux-ci parmi les médecins-assistants; enfin, ces derniers sont choisis par les chefs de service responsables, qui ont tout intérêt à ne prendre que des hommes instruits et consciencieux. Les agents du personnel de surveillance sont également plus nombreux et mieux rétribués en Allemagne et en Suisse.

Les asiles sont mieux outillés au point de vue scientifique (laboratoires, bibliothèques). Dans toutes les universités allemandes existent des cliniques psychiatriques, et le stage psychiatrique, obligatoire pour les élèves, est sanctionné par une épreuve spéciale.

En résumé, on est forcé de constater un progrès considérable dans l'assistance des aliénés, en Allemagne, en Suisse et en Italie. Et ce progrès s'est réalisé en moins de trente années. Les idées françaises sur l'organisation des quartiers de classement, sur l'enseignement clinique des maladies mentales, sur la colonisation des aliénés, la doctrine anglaise du *no-restraint*, le principe écossais de l'*open-door*, tous ces perfectionnements se sont rapidement acclimatés en Allemagne. Ils ont été appliqués avec une méthode inflexible, qui n'a pas tardé à donner à ce pays le premier rang, dans ce domaine philanthropique, si longtemps occupé par la France.

Si, pendant la première moitié du siècle dernier, nous fûmes, sans contredit, les initiateurs de la Psychiatrie et de la thérapeutique mentale, il faut bien reconnaître que, depuis lors, nous avons été dépassés. L'ignorance des réformes réalisées au delà de nos frontières a nuï grandement à notre marche en avant.

Il semble que nous ayons voulu laisser à d'autres l'honneur de poursuivre l'œuvre admirable entreprise par nos devanciers, et le soin de tirer parti des idées nées dans notre propre pays.

Nos asiles sont loin de représenter ces « instruments de guérison » qu'on réclame depuis si longtemps.

Si humiliant que cela puisse être, il ne faut pas hésiter à proclamer notre infériorité; continuer à l'accepter, c'est l'aggraver encore. Il est grand temps d'y remédier. Une réforme radicale de nos asiles s'impose, au point de vue matériel; une réorganisation sérieuse du service médical n'est pas moins nécessaire, si nous voulons reconquérir la place que nous n'aurions jamais dû perdre.

Heureux symptômes donnent, d'ailleurs, à penser que nous ne resterons pas plus longtemps en arrière. Toutes les questions concernant l'assistance et le traitement des aliénés sont aujourd'hui à l'ordre du jour. La Presse s'en empare; on les discute activement dans les Congrès et dans les Sociétés savantes, dans les assemblées législatives et départementales. Des écrivains bien informés font journellement le procès de la routine, de l'optimisme, de l'ignorance.

Ces courageux efforts ne peuvent conduire qu'au succès. Alors qu'il n'y a pas bien longtemps la satisfaction était le mot d'ordre général, qu'on s'était endormi dans un *far-niente* dangereux et qu'on osait présenter des asiles-prisons comme des asiles modèles, on voit maintenant nombre d'esprits indépendants dénoncer le mensonge des clichés optimistes traditionnels. Ils disent hautement que tout n'est pas pour le mieux dans nos asiles; ils comparent ce qui se fait à l'Etranger avec ce qui se fait chez nous; ils réclament des réformes urgentes, indispensables, peu coûteuses en somme. Voilà ce que nous enseignons, sans crainte de dire très haut d'assez dures vérités, le Dr Sérieux.

C'est un très louable effort que de chercher à secouer les préjugés, l'incertitude et la torpeur. Il y faut un réel courage. Là est le grand mérite de cet auteur. Et il en est déjà récompensé.

La tâche qu'il a entreprise depuis plusieurs années, et qu'il poursuit sans relâche, a déjà porté ses fruits.

On ne peut plus dire aujourd'hui, avec Marandon de Montyel, que « la Psychiatrie française se meurt ».

Une rénovation bienfaisante s'accroît chaque jour. Elle se manifeste non seulement dans le domaine scientifique, mais aussi dans les perfectionnements incessants apportés à l'assistance des aliénés.

Une pléiade de psychiatres laborieux et conscients de leurs devoirs a su faire justice des errements anciens, s'assimiler les méthodes rationnelles de traitement, inaugurer tous les perfectionnements nouveaux. Encore quelques années, encore quelques efforts pour secouer la routine du passé, et l'assistance des aliénés en France pourra supporter toutes les comparaisons.

Plus que quiconque, le Dr Paul Sérieux aura contribué à cette œuvre hautement philanthropique.

Dr HENRY MEIGE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Avril 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. C. Guichard recherche les variétés doublement infinies de points d'une quadrique de l'espace à quatre dimensions applicables sur un plan. Le problème revient à la recherche des réseaux 0 de l'espace à quatre dimensions applicables sur un réseau de l'espace à cinq dimensions, les deux réseaux applicables étant tels que trois coordonnées de l'un ne diffèrent que par un facteur constant de trois coordonnées de l'autre. — M. M. d'Ocagne donne une démonstration du théorème de J. Clark sur les équations à trois variables susceptibles d'une représentation réelle en points alignés. — MM. H. et L. Bochet ont fait l'étude expérimentale d'un ventilateur centrifuge du système Capell. Le rendement mécanique peut s'élever jusqu'à 1,67, autrement dit l'air mis en mouvement possède, dans certaines circonstances et en certains points de son trajet, une demi-force vive supérieure de beaucoup (probablement de plus de moitié) au travail moteur. — M. M. Stefanik a observé le spectre infra-rouge du Soleil jusqu'à 0,900 μ en plaçant devant la fente de son spectroscopie un écran absorbant ne laissant passer que les rayons de l'extrême rouge et de l'infra-rouge.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Abraham a mesuré des courants alternatifs de l'ordre du centième de microampère avec un galvanomètre à cadre mobile dont le champ magnétique est créé par un électro-aimant excité par un courant alternatif de même fréquence. — MM. J. de Kowalski et P. B. Huber ont constaté qu'en intercalant une self-induction dans le circuit de la décharge oscillante pour la production d'un spectre métallique, on fait disparaître, dans le cas des électrodes en métal pur, un plus grand nombre de lignes du spectre que dans le cas des électrodes en alliage; les lignes qui n'ont pas disparu dans le spectre des alliages sont les mêmes pour l'alliage Cu-Zn que pour Cu-Mg et appartiennent au cuivre. — M. G. Blanc a fait la synthèse de l'acide β -diméthylpimélique en condensant l'éther δ -bromo- β -diméthylvalérique avec l'éther malonique sodé; cet acide cristallise en aiguilles fondant à 104°. Par une condensation analogue avec l'éther méthylmalonique sodé, on obtient l'acide β -triméthylpimélique, F. 55°-56°. — MM. A. Haller et E. Bauer, en faisant réagir le bromure de phénylmagnésium sur le benzyldène-campore, ont obtenu le diphenylcamphométhane, F. 106°-107°. En faisant agir d'autres dérivés organo-magnésiens, on obtient toute la série des alkylphénylcamphométhanes. D'autre part, par action de la benzophénone sur le camphre sodé, ou par déshydratation du diphenylcamphorcarbinol, les auteurs ont préparé le diphenylcamphométhylène, F. 113°-5. — MM. L. W. Collet et G. W. Lee montrent que la glaucione marine est un silicate essentiellement ferrique et qu'il est impossible d'expliquer sa formation en se basant sur l'étude de la glaucione des roches sédimentaires, cette dernière ayant pu subir de nombreuses transformations.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. Chauveau montre que : 1° l'énergie créatrice de la force avec laquelle le muscle équilibre un poids donné est toujours proportionnelle à ce poids; 2° elle est aussi nécessairement proportionnelle au temps pendant lequel la force élastique du muscle reste créée et agit sur le poids que cette force équilibre; 3° en donnant le nom de « travail statique » au produit de la force musculaire soutenant

un poids par le temps consacré à cette sustentation, on peut dire que l'énergie consacrée à l'exécution du travail statique des muscles est toujours proportionnelle à ce travail, pourvu qu'il s'effectue sans fatigue. — MM. M. Lugeon et E. Argand ont constaté que la grande nappe de recouvrement de la Sicile vient du Nord, qu'elle est formée par les argiles de l'Eocène moyen, entraînant avec elles des lentilles de calcaire secondaire, et qu'elle a subi des transgressions dès le Miocène. — MM. P. Termier et G. Friedel montrent que la formation singulière qu'on trouve au-dessous du terrain houiller de Saint-Etienne est une nappe de roches diverses, le plus souvent écrasées, où domine un granit réduit par laminage à une bouillie presque amorphe, et qui témoigne de vastes phénomènes de charriage antérieurs au Stéphanien.

Séance du 7 Mai 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Buhl signale un nouveau procédé pour former des séries trigonométriques plus générales que celles qu'on envisage habituellement. — M. L. Schlesinger présente ses recherches sur certaines séries asymptotiques. — M. Jouguet étudie l'accélération des ondes de choc sphériques. La vitesse des ondes sphériques dépend de la manière dont les gaz se détendent en arrière du front. — M. Loewy annonce que M. Max Wolf est parvenu à mettre en évidence l'existence de mouvements propres pour de nombreuses étoiles par comparaison, dans un stéréoscope, de deux photographies d'une même portion du ciel prises à plusieurs années d'intervalle. — M. H. Deslandres indique plusieurs méthodes pour la recherche, en dehors des éclipses, des amas de particules brillantes, mêlées aux gaz et vapeurs dans la partie basse de l'atmosphère solaire.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Blondel applique le principe de la superposition à la transmission des courants alternatifs sur une longue ligne. Chaque régime est caractérisé par une épure à deux courbes (tension et courant) et la superposition des régimes se traduit par une superposition géométrique de deux épures. — M. G. Meslin, en disposant un réseau sur la surface convexe d'une lentille à faible courbure, a observé de larges anneaux d'interférence dont il donne la théorie. — MM. C. Matignon et R. Trannoy ont constaté que le gaz ammoniac se combine au chlorure de néodyme anhydre NdCl_3 pour former sept combinaisons à 1, 2, 4, 6, 8, 11 et 12 molécules de AzH_3 . La chaleur totale dégagée dans ces combinaisons est de 147,5 calories. — M. R. Boulouch a étudié la solidification des mélanges de soufre et de phosphore; d'après l'allure de la ligne de solidification, il y a lieu de supposer qu'au-dessus de 44° il se dépose des cristaux de P_2S_5 pur, tandis qu'en-dessous de cette température on obtient des cristaux mixtes de sesquisulfure et de phosphore. — M. L. Guillet montre que, dans les laïtons spéciaux, la présence d'un constituant, combinaison ou solution, autre que celui que l'on rencontre dans les alliages Cu-Zn, diminue considérablement la valeur mécanique de l'alliage. — M. A. Mouneyrat décrit une méthode de recherche et de dosage de petites quantités de fer; elle est basée sur la coloration verte qui se développe quand on fait passer un courant de H₂S dans une solution alcaline étendue d'un sel de fer. — M. L. Henry, en faisant réagir le méthylbromure de Mg sur le chloro-isobutyrate d'éthyle, a obtenu l'alcôol éthylique pentaméthyle $(\text{CH}_3)_5\text{C}(\text{OH})\text{C}_2\text{H}_5$. Celui-ci s'élérifie facilement au contact de HCl fumant, en donnant un éther chlorhydrique, F. 430°. — MM. A.

Seyewetz et Bloch, en réduisant avec ménagement les dérivés nitrés aromatiques par l'hydrosulfite de sodium, ont obtenu les sulfamates correspondants. Ex. : $C^6H^4AzO^+ + Na^+SO_3^- + H^+O = C^6H^4AzSO_3^-Na^+ + NaHSO_3^-$.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. E. Metchnikoff a étudié le blanchiment hivernal des poils chez le Lièvre variable et des plumes chez le Lagopède et il a reconnu qu'il est dû au même mécanisme qu'il a déjà fait connaître pour le blanchiment des cheveux chez l'homme, c'est-à-dire à la destruction du pigment par de gros chromophages. — M. E. Bouvier a constaté que l'Abeille domestique est capable de nidifier en plein air; elle modifie alors plus ou moins heureusement son architecture de manière à se protéger. La colonie, d'édifiée sans mesure et dépensant une grande partie de ses récoltes au soin de l'élevage, ne peut généralement pas accumuler assez de provisions pour la mauvaise saison et périt de faim vers la fin de l'hiver. — M. A. Lacroix a étudié les conglomérats des explosions volcaniennes du Vésuve; ils présentent une grande analogie avec les conglomérats trachytiques du Mont-Dore, d'où l'on peut conclure que les brèches du Mont-Dore ont été produites par de violentes explosions, ayant démantelé le cône central. — Le P. Cirera a enregistré le 18 avril après-midi un mouvement microsismique important à l'Observatoire de l'Ebre.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1^{er} Mai 1906.

M. Yvon présente un Rapport sur les demandes en autorisation pour les eaux minérales. — MM. Bricard-Ducourneau et Richard-Chauvin donnent lecture d'un travail intitulé : Prothèse dentaire et végétations adénoïdes.

Séance du 8 Mai 1906.

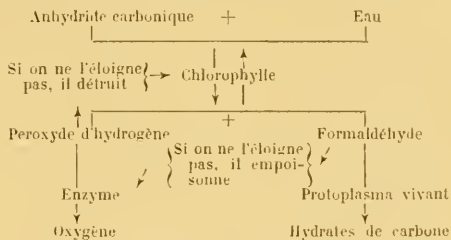
M. E. Gley présente un appareil, dû à M. L. Camus, permettant d'obtenir l'anesthésie avec des quantités très petites et bien déterminées de chlorure d'éthyle. — M. Euehard rapporte trois cas d'anévrysmes (l'un de l'artère de la sous-clavière gauche, l'autre intéressant le tronc brachio-céphalique de l'aorte, le troisième situé sur la portion transverse et descendante de l'aorte thoracique) guéris par la médication hypotensive; l'abaissement de la tension artérielle est obtenu : 1° par le repos presque absolu au lit pendant toute la durée du traitement; 2° par un régime alimentaire excluant les substances toxiques; 3° par l'emploi de médicaments hypotenseurs et vaso-dilatateurs : trinitrine, tétranitrol, nitrite de soude. — MM. E. Metchnikoff et E. Roux ont inoculé simultanément, à un jeune étudiant, qui a bien voulu s'offrir pour cette expérience, et à des singes, du virus syphilitique. Une heure après l'inoculation, les parties lésées du jeune homme et d'un des singes ont été frictionnées pendant 5 minutes avec une pommade mercurielle; vingt-quatre heures après, les parties lésées d'un second singe ont été frictionnées avec la même pommade; enfin, deux autres singes ont été laissés sans aucun traitement, à titre de témoins. Le jeune homme et le premier singe sont restés complètement indemnes de la syphilis; le second singe présente un accident primaire après 39 jours d'incubation; les deux singes non traités ont présenté des lésions syphilitiques nettes après 17 jours d'incubation. Ces expériences montrent que la pommade au calomel, appliquée une heure après l'inoculation du virus syphilitique, est capable d'empêcher l'écllosion de la syphilis chez l'homme. — M. Couteaud donne lecture d'un Mémoire sur un cas de luxation récidivante de l'épaule, traité par arthrotomie et suivi de guérison.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Janvier 1906 (suite).

MM. F. L. Usher et J.-H. Priestley ont étudié le mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes

vertes et sont arrivés aux résultats suivants : 1° La photolyse de l'anhydride carbonique peut avoir lieu en dehors de la plante en l'absence de chlorophylle, à condition que l'un des produits de décomposition soit éloigné; 2° Les produits normaux de la photolyse sont le peroxyde d'hydrogène et la formaldéhyde; cependant, dans certaines conditions, il peut se former de l'acide formique; 3° Dans la plante, la décomposition du peroxyde d'hydrogène est provoquée par un enzyme catalysant généralement présent; 4° La condensation de la formaldéhyde dépend de la vitalité du protoplasme. Il y a, par conséquent, trois facteurs essentiels pour la photosynthèse de l'anhydride carbonique et de l'eau dans la plante : 1° la vitalité du protoplasma; 2° la présence d'un enzyme catalysant; 3° la présence de la chlorophylle. Si l'un ou l'autre de ces facteurs fait défaut, le cours de la photosynthèse prend fin, par la destruction du sensibilisateur optique, la chlorophylle. On peut exprimer comme suit les rapports entre les divers facteurs de ce processus :



Séance du 1^{er} Février 1906 (suite).

MM. A. Harden et G. S. Walpole ont étudié l'action chimique du *Bacillus lactis aerogenes* (d'Escherich) sur le glucose et le mannitol. Le *B. lactis aerogenes* agissant sur le glucose donne les mêmes produits que le *B. coli communis* : acide lactique, acide acétique, acide succinique, acide formique, alcool éthylique, CO_2 et H_2 . Mais une détermination quantitative montre que le total du carbone de ces produits ne forme que les deux tiers du carbone du glucose décomposé. Un examen plus approfondi du liquide de fermentation a permis d'en isoler un nouveau produit bouillant à 181° - 183° et se solidifiant en une masse transparente fondant vers 28° ; il est optiquement actif et ses réactions montrent qu'il est constitué en majeure partie par du 2 : 3-butylène-glycol $CH^3.CH(OH).CH(OH).CH^3$. Enfin, le distillat du liquide de fermentation réduit la liqueur de Fehling à froid et donne avec la phénylhydrazine l'osazone du diacétyle; ces propriétés indiquent la présence dans le distillat de l'acétylméthylcarbinol, $CH^3.CO.CH(OH).CH^3$. Dans l'action du *B. lactis aerogenes* sur le mannitol, il se forme également du butylène-glycol et de l'acétylméthylcarbinol, mais en quantités moins grandes. — M. A. Harden a recherché les causes de la réaction de Voges et Proskauer pour certaines bactéries. Ces deux savants ont constaté qu'un certain bacille, cultivé sur un milieu sucré additionné de KOH, donne au bout de vingt-quatre heures une belle coloration fluorescente, semblable à celle d'une solution alcoolique diluée d'éosine. Plus tard, Mac Conkey a reconnu que trois bacilles seuls donnent cette réaction : *B. lactis aerogenes*, *B. capsulatus* et *B. cloacae*. L'auteur, ayant constaté que le premier d'entre eux produit de l'acétylméthylcarbinol et du butylène-glycol aux dépens du glucose, a recherché si l'un de ces deux corps était la cause de la réaction de Voges et Proskauer. Avec la potasse seule, aucun ne donne la coloration fluorescente; mais, si l'on ajoute, en outre, de l'eau peptonée, l'acétylméthylcarbinol produit la réaction au bout de vingt-quatre heures, le glycol étant inactif. Le diacétyle, produit d'oxydation de l'acétylméthylcarbinol, fournit

la coloration rouge en quelques minutes, en présence d'eau peptonée et de KOH. Il en résulte que la réaction de Voges et Proskauer est due à l'acétylméthylcarbinol qui, après oxydation au contact de l'air, réagit sur un des constituants de l'eau peptonée. — MM. A. Harden et W. J. Young : *Le ferment alcoolique du jus de levure*. Les auteurs ont constaté que la fermentation alcoolique du glucose par le jus de levure est fortement accrue par l'addition de jus de levure bouilli et filtré, soit à l'état frais, soit après avoir subi l'autolyse, quoique ce liquide bouilli soit lui-même incapable de provoquer la fermentation. Le constituant du jus bouilli et filtré auquel est dû cet effet est enlevé par dialyse du liquide dans un tube de parchemin, en laissant un résidu inactif. Une expérience analogue avec du jus frais donne un dialysat qui a un effet similaire sur un jus bouilli; il en résulte que le constituant actif existe dans le jus de levure original et n'a pas été formé pendant l'ébullition. On peut donc, par dialyse, diviser le jus de levure frais en deux fractions : un résidu inactif et un dialysat qui, quoique inerte lui-même, est capable de rendre ce résidu actif. La fermentation du glucose par le jus de levure dépend, par conséquent, de la présence d'une substance dialysable, non destructible par la chaleur. L'action de l'addition de jus de levure bouilli à un liquide en fermentation est caractérisée par une période initiale de dégagement rapide d'acide carbonique, puis par une prolongation de la fermentation; or, on observe des effets identiques lorsqu'on ajoute des phosphates solubles au jus de levure frais. On constate, de plus, ceci : si la fermentation en présence de phosphate se prolonge jusqu'à une période régulière, puis qu'on ajoute une seconde quantité de phosphate, une seconde période de dégagement rapide de CO₂ se manifeste et elle se poursuit comme la première. Le phosphore ainsi ajouté passe, au cours de ce phénomène, sous une forme non précipitable par le citrate ammoniacomagnésien. Les auteurs poursuivent leurs expériences en vue de déterminer si le phénomène entier de la fermentation du glucose par le jus de levure dépend de la présence de phosphates.

Séance du 8 Février 1906.

Sir G. H. Darwin : *Sur la figure et la stabilité d'un satellite liquide*. L'auteur reprend les travaux d'Edouard Roche (1847) et cherche à les vérifier et à les étendre. Il étudie ensuite l'équilibre de deux masses de liquide contraintes à rester sphériques et jointes par un tube sans poids, tournant l'une autour de l'autre dans une orbite circulaire sans mouvement relatif. — M. C. G. Barkla : *La polarisation dans la radiation Röntgen secondaire*. Dans un Mémoire précédent, l'auteur a donné un compte rendu des expériences démontrant la polarisation partielle d'un faisceau de rayons X provenant de l'anti-cathode d'un tube focus à rayons X. La radiation secondaire des substances de faible poids atomique placées dans le faisceau primaire varie toutefois en intensité dans les deux principales directions de moins de 20 %. Les expériences décrites dans ce Mémoire-ci ont été faites sur la radiation secondaire provenant d'une substance de poids atomique faible, car, d'après la théorie indiquée, la radiation se produisant dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation de la radiation primaire doit être presque complètement polarisée. La méthode employée a été la même que précédemment. L'intensité de la radiation tertiaire d'une substance légère placée dans le faisceau secondaire étant étudiée au moyen d'électroscopes, protégés des radiations primaires et secondaires directes. Les principales difficultés expérimentales provenaient de la faiblesse des faisceaux tertiaires. On a choisi le carbone comme substance radiante parce qu'on a trouvé que l'énergie de la radiation secondaire des substances de faible poids atomique est simplement proportionnée à la quantité de matière traversée par un rayon primaire d'une intensité donnée, et, comme l'absorption diminue

avec le poids atomique, plus il est faible, plus grande est l'énergie de la radiation secondaire provenant de plaques épaisses exposées à un rayon primaire donné. L'auteur a placé un grand morceau de carbone dans le faisceau primaire et il a étudié le faisceau secondaire horizontal provenant de celui-ci dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation du faisceau primaire. Dans ce dernier, il met une seconde masse de carbone et place des électroscopes pour recevoir les rayons tertiaires se produisant dans des directions horizontale et verticale. Lorsqu'on fait tourner le tube à rayons X autour de l'axe du faisceau secondaire, les intensités de radiation tertiaire dans les deux directions changent, l'une augmentant jusqu'à un maximum, tandis que l'autre diminue jusqu'à un minimum. On a découvert que le faisceau tertiaire horizontal atteint le maximum, et le vertical, le minimum, lorsque le faisceau primaire est horizontal, et inversement lorsqu'il est tourné à angle droit. Ce résultat était prévu par la théorie donnée précédemment, et peut être expliqué si l'on considère que les électrons dans la substance radiante sont accélérés dans la direction du déplacement électrique dans les pulsations passant au-dessus d'eux. Les intensités des deux principales directions sont approximativement dans le rapport de 3 à 1. Si l'on considère l'obliquité des rayons primaires, secondaires et tertiaires dans les faisceaux expérimentés, ce résultat indique une polarisation tout à fait complète dans un étroit pinceau de radiation secondaire provenant de la substance dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation du primaire. Lorsqu'on emploie le fer comme radiateur dans le faisceau secondaire, quoique les valeurs de déviation des électroscopes soient du même ordre de grandeur que précédemment, il n'y a pas de variation appréciable si l'on change la direction du faisceau primaire. Ce résultat est tel que les précédentes expériences avec le fer le faisaient supposer; il est la preuve la plus concluante de l'interprétation des résultats obtenus avec le carbone. L'indépendance de mouvement des électrons disparaît dans les atomes plus lourds, et chacun est soumis à des forces considérables non dues directement à la pulsation primaire (dans ce cas à la pulsation secondaire) et non situées dans la direction du déplacement électrique dans cette pulsation. Par conséquent, la variation en intensité du tertiaire dans des directions diverses devient inappréciable, tandis que l'épaisseur de la pulsation dans le faisceau tertiaire devient plus grande que dans le secondaire, et par conséquent est plus rapidement absorbée. — M. W. R. Bousfield poursuit ses recherches sur la dimension des ions et ses rapports avec les propriétés physiques des solutions aqueuses. Dans un précédent Mémoire, l'auteur était arrivé, pour le rayon d'un ion hydraté, à l'expression $r = r_0 (1 + Bh^{-2})^{-1}$, où h est le degré d'hydratation de la solution et B un coefficient. La fonction r , qui exprime le rayon moyen de l'ion, est appelée *radion*. Le volume de l'ion est proportionnel au cube du radion, et le volume d'une paire d'ions à la somme des cubes; ces cubes sont appelés *volumes ioniques*. Par des considérations théoriques, l'auteur arrive au résultat que les inverses des nombres de transport de Bittorf sont exprimables en fonction linéaire du rapport des radions. Ces considérations permettent de déterminer les coefficients B pour les ions séparés; ces coefficients, ou nombres d'hydratation, sont reliés aux nombres de transport à une dilution infinie par une équation de la forme $B = B_0 N_0 + B_1 N_0$. D'autre part, l'auteur montre que la viscosité d'une solution est proportionnelle à son radion. Enfin, le volume de solution est une fonction linéaire du volume ionique et la dépression moléculaire effective du point de congélation est aussi une fonction linéaire du volume ionique.

Séance du 15 Février 1906.

M. H.-M. Vernon : *La constitution chimique du protoplasma montrée par le cours de la désintégration des*

tissus. Si l'on fait macérer un rein avec une solution saline pendant cinq à six jours, on trouve que de 28 à 60 % des tissus passent en solution. Ces constituants consistent en protéides et en produits de la désintégration des protéides, et contiennent une grande quantité du ferment dédoublant la peptone, l'érepsine. Quelquefois, le passage du tissu du rein de la vie à la mort s'accomplit graduellement sans accompagnement de désintégration. D'autres fois, il a lieu subitement, et le protéide et le ferment extraits du rein peuvent augmenter rapidement de quatre à vingt fois pour décroître ensuite. Une désintégration soudaine et très marquée se produit invariablement si l'on ajoute de l'éther ou du chloroforme au liquide de macération. L'ne mort soudaine occasionnée par la macération avec Na F ne produit pas une désintégration subite. Le cours de la désintégration dépend énormément des changements dans le liquide de macération; par exemple, la substitution de 1 % de sel par 4 % cause une augmentation de trente à soixante fois dans la désintégration à la fois du ferment et des groupes protéides. D'un autre côté, si on fait pénétrer, dans le rein, une solution saline ayant déjà servi à la macération, la désintégration du protéide peut diminuer jusqu'au septième de sa valeur première, mais la désintégration du ferment peut augmenter jusqu'à une vingtaine de fois. Après les quelques premières heures de macération, une quantité constante d'azote continue à s'échapper des tissus sous forme non protéide, quoique le protéide s'échappant au même moment puisse varier de 4 à 1.300. Il est produit par l'autolyse. Presque tout l'azote est présent dans les tissus comme protéide potentiel, et peut être amené à se dégager comme protéide actuel; mais, si l'on fait macérer le rein dans une solution saline contenant 0,1 d'acide lactique, qui n'a pas d'action sur le protéide ordinaire, plus de la moitié du protéide potentiel instable des tissus est dédoublée. Ces résultats semblent indiquer que la différence entre les tissus vivants et les tissus morts est une affaire de degré, plutôt que d'espèce, car les tissus morts présentent une grande labilité, et leur propre décomposition est grandement augmentée par des excitants. — M. C. S. Sherrington : L'innervation des muscles antagonistes. IX. L'induction spinale successive. — MM. Léonard Hill et M. Greenwood : Influence de l'augmentation de la pression barométrique sur l'homme. Les résultats des recherches des auteurs montrent : 1° qu'un homme peut être soumis à une pression totale de sept atmosphères sans effets fâcheux, à condition que la décompression s'effectue graduellement et que l'on facilite la circulation capillaire par des contractions répétées des muscles, les mouvements des articulations et des changements de position; 2° qu'il n'y a pas de sensation de l'augmentation de la pression barométrique aussi longtemps que celle-ci est constante. Il est probable : 1° que les effets subjectifs de l'augmentation de pression, à part les changements de la voix et l'anesthésie des lèvres, dépendent de conditions psychiques, telles que l'anxiété et l'excitation; 2° que les changements dans le pourcentage de l'anhydride carbonique dans l'air alvéolaire proviennent seulement de variations physiques et non de l'augmentation ou de la diminution dans le métabolisme respiratoire. Pour conclure, les auteurs font remarquer qu'ils n'ont pu trouver aucune preuve en faveur de l'hypothèse de Snell¹ que la présence de CO² dans l'air respiré exerce une influence particulièrement défavorable lors d'une augmentation de pression. Ainsi, dans une expérience, le pourcentage de CO² dans la chambre à air, à une pression de 31 livres, était de 0,62 (équivalent à plus de 4,8 % à la pression ordinaire), et aucun fâcheux résultat ne s'est produit pendant la décompression. — M. C. Shearer : Sur l'existence de communications cellulaires entre les blastomères. En coupant des sections d'un certain nombre de stades de

segmentation des œufs d'*Eupomatus* et de *Polygordius*, l'auteur a observé fréquemment des cordons protoplasmiques délicats reliant les blastomères. Des expériences faites avec divers réactifs fixateurs démontrèrent que ce ne sont pas des figures de coagulation ou le résultat de la désintégration du protoplasma, car, dans la plupart des coupes où on les observe, tous les détails les plus fins de la structure histologique sont bien préservés. Dans des conditions favorables, on peut apercevoir ces cordons pendant l'état de vie; ils sont analogues, à tous égards, aux cordons de filose décrits par Anduevs chez certains œufs de Métazoaires. Ils constituent probablement un moyen de coordonner les diverses activités cellulaires.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 27 Avril 1906.

M. W. B. Croft présente quelques observations sur les images des microscopes et télescopes. Il a constaté que, lorsqu'un microscope est mis au point visuellement, une image est formée sur le verre d'une chambre dans laquelle l'oculaire microscopique est inséré après enlèvement de la lentille. Dans ces conditions, l'image reste plus ou moins au point pour des positions variables de l'écran de la chambre. — M. J. Morrow étudie les vibrations latérales des barreaux soumis à des forces dans la direction de leur axe. Les barreaux sont supposés soumis à une force axiale de tension ou de compression, et l'auteur donne des équations différentielles qui peuvent s'appliquer à des barreaux de section uniforme ou variable et aux cas dans lesquels le barreau porte une ou plusieurs charges concentrées en différents points de sa longueur. Dans le cas de barreaux de masse négligeable, portant une charge concentrée et soumis à une force longitudinale de compression, on trouve qu'il y a une certaine charge limite pour laquelle toute vibration cesse.

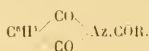
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Avril 1906.

M. W. H. Perkin sen. décrit un appareil perfectionné pour la mesure des rotations magnétiques; il emploie une courte, mais puissante bobine, dont le centre est occupé par un tube métallique de trois pouces, et un courant électrique très fort; d'autre part, pour remédier au fait que la lumière du sodium n'est pas parfaitement monochromatique, il dispose un prisme à vision directe dans l'oculaire ou dans le télescope de l'analyseur. Enfin, il indique une méthode pour obtenir une lumière de sodium puissante. — M. G. Moody a constaté que du fer brillant, laissé en contact avec l'air et l'eau, complètement débarrassés de CO², ne se ternit pas, même au bout d'un temps très long. L'admission d'une faible quantité de CO² provoque une oxydation rapide. D'autre part, la composition de la rouille n'est pas bien représentée par la formule Fe²O³(OH)²; elle contient toujours une forte proportion d'oxyde et de carbonate ferreux. — MM. A. D. Hall, N. H. J. Miller et N. Marmu ont constaté que la combustion par l'acide chromique, pour la détermination du carbone dans les sols, conduit toujours à des résultats trop faibles, parce qu'une partie des composés carbonés n'est pas oxydée jusqu'à l'état de CO²; on peut éviter à cet inconvénient par l'introduction d'une petite colonne d'oxyde de cuivre chauffé au rouge sur le passage des gaz. — MM. J. Walker et J. K. Wood, par électrolyse du ββ'-diméthylglutarate d'éthyle sodé en solution aqueuse concentrée, ont obtenu le ββ'-ββ'-tétraméthylsuccinate d'éthyle. Dans les mêmes conditions, le ββ'-diméthylglutarate de soude donne CO et CO² et un peu de méthyléthyléthylène. — M. J. K. Wood a étudié l'action de la potasse alcoolique sur les dérivés bromés de l'acide ββ'-ββ'-tétraméthylsuccinique; il se forme des hydroxy-dérivés. — M. G. Stallard a préparé un nouveau bromo-*o*-xylène (CH²:CH²:Br = 1:2:3) par hydrolyse de l'acide bromo-

¹ « Compressed air illness, or so called Caisson disease », London, 1896, Lewis, p. 212.

o-xylène-4-sulfonique de Kolbe. — M. J. Moir a constaté que les feuilles d'or se dissolvent facilement lorsqu'on les laisse flotter sur une solution acide de thiocarbamide; l'oxydation est rapide en présence d'un agent d'oxydation convenable $\text{FeCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}^3$. La solution n'est pas précipitée (sinon au bout d'un temps très long) par le sulfate ferreux ou le chlorure stanneux, ce qui montre que l'or fait partie d'un ion complexe. Le composé de l'or est isolé sous forme de losanges brillants incolores, différents du composé $\text{AuCl}_2 \cdot 2\text{CH}_3\text{AzS}$ déjà connus. — MM. S. E. Sheppard et Ch. E. K. Mees rectifient une erreur qui s'était produite dans leur calcul de la constante de dissociation de l'oxalate ferreux en solution; elle est de 9.39 à 20°. — MM. A. W. Titherley et W. L. Hicks ont constaté que l'anhydride phthalique réagit sur le sodium-benzamide comme sur le sodium-acétamide pour donner des acides acylphthalamiques $\text{C}_6\text{H}_4\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{AzH.COR}$; ceux-ci, par traitement avec le chlorure d'acétyle, subissent une condensation interne avec formation d'acylphthalimides :



Celles-ci sont hydrolysées par les carbonates alcalins en reformant les acides acylphthalamiques. — M. E. P. Hedley a reconnu que, en solutions neutres, le phloroglucinol existe sous ses deux modifications, la forme énoneque étant de beaucoup prépondérante sur la forme cétonique; cet équilibre n'est pas troublé par la classe du solvant. — MM. Al. Mc Kenzie et H. Wren ont étudié la réduction du pyruvate de *l*-bornyle par l'amalgame d'aluminium et constaté qu'elle conduit à la synthèse asymétrique de l'acide *l*-lactique. — MM. W. H. Perkin jun. et W. J. Pope, par réduction avec Na et l'alcool, ont converti l'hexahydro-*p*-toluol d'éthyle en hexahydro-*p*-tolylcarbinol, Eb. 197°, qui, traité par HBr , donne le bromure d'hexahydro-*p*-tolyle; ce dernier, chauffé avec KCAz , puis soumis à l'hydrolyse, fournit l'acide hexahydro-*p*-tolylacétique, F. 73°-74°, qui, traité par PCl_5 et Br , donne l' α -bromure correspondant, *p*- $\text{ClH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{H}$, F. 78°. L'éther de cet acide bromé est décomposé par ébullition avec la diéthylaniline en formant un éther qui, par hydrolyse, donne l'acide méthylcyclohexylidène-acétique, $\text{ClH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{H}$, F. 70°-71°. L'acide analogue décrit par Markwald et Meth et fondant à 10°-41° doit être un isomère avec la double liaison dans le noyau. — M. G. W. Clough, en chauffant l' α -naphthol avec le chlorure de benzophénone, a obtenu le di- α -hydroxynaphthylidiphénylméthane; avec le β -naphthol, il se forme le di- β -naphthoxydiphénylméthane. L' α -naphthoxyde de sodium réagit sur le chlorure de benzophénone en donnant l'anhydride interne de l' α -naphthylidiphénylcarbinol; le β -naphthoxyde de sodium fournit un composé analogue. — M. J. Moir a étudié la composition de la coenuligone (cédrière). On la considère généralement comme une tétraméthoxydiphénoquinone; mais elle n'a aucune propriété quinonoïde, excepté sa couleur rouge. Au contraire, elle a toutes les propriétés de la diphénoquinhydrone et doit en être parente. — M. Th. V. Barker a étudié au point de vue cristallographique les perchlorates de K, Rb, Cs et AzH^+ ; ils forment un groupe isomorphe, semblable à celui des permanganates des mêmes métaux. Ces sels sont orthorhombiques et possèdent des clivages parfaits parallèles à la base et au prisme. — Le même auteur a observé la croissance parallèle de cristaux de nitrate de sodium sur les surfaces de clivage de la calcite, celle de cristaux de perchlorate ou de permanganate de potassium sur la baryte, la célestine et l'anglésite. L'auteur considère ces substances isostructurales comme isomorphes, quoiqu'on ne puisse en obtenir de cristaux mixtes. — MM. J. C. Irvine et R. E. Rose, en traitant la salicine par Ag_2O et CH_3I , ont obtenu la pentaméthylsalicine, F. 62°-64°, $\alpha_D^{20} = -32.15$. Celle-ci, hydrolysée par chauffage à 100° de sa solution méthylalcoolique avec

0,23 % d' HCl , fournit du tétraméthylglucose, puis les α - et β -tétraméthylmethylglucosides. La salicine contient donc la même liaison γ -oxydique que les méthylglucosides et le sucrose. On peut préparer synthétiquement la pentaméthylsalicine par chauffage de la saligénine et du tétraméthylglucose et méthylation du produit obtenu. — MM. A. G. Perkin et A. B. Steven, en oxydant par l'acide nitrique et le nitrate d'isoamyle une solution alcoolique de pyrogallol, ont obtenu une petite quantité d'une substance $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_8$, F. 206°-208°, qu'ils considèrent comme de l'hydroxy-*o*-benzoquinone. — M. A. G. Perkin, en chauffant l'acide ellagique à 230° avec de l'acide sulfurique à 100 %, a obtenu un produit d'oxydation $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_8$, donnant un dérivé hexacétylé, et qui teint plus facilement les tissus mordancés que l'acide ellagique. L'acide flavellagique se comporte de même. — M. O. C. M. Davis a observé que l'éthylène-aniline s'unit à deux molécules d'allyl-, *o*-tolyl- ou *p*-tolylthiocarbimide pour former des dérivés dithiocarbamides symétriques, tandis qu'avec la *m*-tolylthiocarbimide elle donne une monothiocarbamide asymétrique. L'éthylène-*o*-toluidine fournit difficilement des monodérivés asymétriques; l'éthylène-*m*-toluidine donne des dérivés disubstitués symétriques avec les phényl- et *p*-tolylthiocarbimides et monosubstitués asymétriques avec les autres; enfin, l'éthylène-*p*-toluidine donne des dérivés symétriques, sauf avec la *m*-tolylthiocarbimide.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 2 Avril 1906.

M. V.-H. Veley a fait une étude comparée de la méthode Rose-Herzfeld et de la méthode à l'acide sulfurique pour la détermination des alcools supérieurs. Il donne la préférence à la première méthode, qui, appliquée avec les précautions nécessaires, est exacte non seulement pour les besoins commerciaux, mais même pour les expertises légales.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 6 Avril 1906.

M. F.-J. Falding étudie la substitution des pyrites au soufre dans la production de SO_2 pour la fabrication de la pulpe de bois sulfite. Le soufre a l'avantage de donner par combustion à l'air un gaz assez riche en SO_2 (16 % en moyenne) et relativement pur; le grillage des pyrites donne un gaz moins riche en SO_2 (12 % en moyenne) et contenant des impuretés (As , Se , etc.), nuisibles au but qu'on se propose et assez difficiles à éliminer. Cependant, c'est ce dernier procédé qui est de beaucoup le plus employé. L'auteur en voit la cause dans le prix de revient beaucoup moindre du gaz des pyrites, qui permet de réaliser, pour les usines américaines, un bénéfice de 20 à 25 %, sur le gaz provenant de la combustion du soufre.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 23 Février 1906.

M. E.-H. Foster rappelle qu'un grand nombre de dispositifs ont été proposés pour empêcher la formation de la fumée dans les foyers, mais ils ne sont guère pratiques : trop chers, trop spacieux ou nécessitant une trop grande surveillance. Pour être pratique, un foyer doit non seulement permettre une combustion parfaite sans formation de fumée, mais encore être assez simple pour pouvoir être construit sans difficulté. L'auteur signale, comme répondant à ces conditions, le four W. Kent, dans lequel la combustion complète est facilitée par des masses de matière réfractaire retenant la chaleur sur le trajet des gaz et par des dispositifs de mélange des produits de la combustion provenant des diverses parties de la grille. Ce four

s'emploie indifféremment avec les chaudières à tubes d'eau ou à tubes à feu.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 28 Février 1906.

M. T.-H. Lloyd estime que le meilleur moyen de se rendre compte de la valeur pratique des désinfectants est l'essai bactériologique, d'après les indications de Rideal-Walker. On fait agir les désinfectants à diverses dilutions sur des cultures semblables et l'on compare leur action à celle de l'acide carbolique à 1/110^e qui sert de type.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 27 Mars 1906.

M. Th. Gray décrit quelques modifications qu'il a apportées au calorimètre de W. Thomson et qui permettent d'obtenir avec cet instrument des valeurs suffisamment exactes pour la pratique courante.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 19 Mars 1906.

M. J. Grossmann indique une méthode de traitement des liqueurs ammoniacaux des usines à gaz ayant pour but d'éviter la présence de produits nocifs dans les eaux résiduelles qui sont généralement déchargées dans les égouts ou les rivières. Les liqueurs sont réduites par évaporation de manière à constituer une solution concentrée de chlorure et de thiosulfate d'ammonium, avec un peu de thiocyanate et de ferrocyanure. Par refroidissement et cristallisation, on peut extraire une forte proportion d' AzH_2Cl . La liqueur-mère est neutralisée avec H_2SO_4 faible, qui décompose le thiosulfate en formant du sulfate acide. En chauffant à 100°, le thiocyanate est aussi en partie décomposé, en partie distillé; en faisant passer les gaz sur de la chaux, on obtient une solution pure de thiocyanate de calcium; H_2S et les autres gaz cyanés sont absorbés par un sel de fer additionné d'alcali. La liqueur qui reste, et qui contient du sulfate et du chlorure d'ammonium et de l'acide sulfurique libre, peut être employée pour diluer l'acide sulfurique du saturateur à ammoniac. Les ferrocyanures, s'il y a lieu, peuvent être séparés à l'état de ferrocyanures de zinc par précipitation avec le sulfate de zinc. — M. W.-J. Dibdin donne les résultats obtenus par l'emploi des couches horizontales d'ardoises ou de tuiles dans le traitement des eaux d'égouts contenant des matières en suspension. Elles arrêtent complètement les boues et rendent l'eau propre aux procédés ultérieurs de purification, soit dans les lits de contact, soit par le sol.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Avril 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : *Quelques propriétés de faisceaux de courbes planes algébriques*. Extension des résultats obtenus pour un faisceau de cubiques planes par M. Schoute (*Comptes rendus*, tome CI, p. 736, etc.), à un faisceau de courbes n^{e} de l'ordre n , à l'aide de la solution d'une équation homogène aux différences finies. Incidemment, l'auteur trouve le nombre 3 ($n-3$) ($n-4$) (n^2+6n-4) des courbes admettant une tangente d'inflexion touchant la courbe ailleurs, le nombre ($n-3$) ($n-4$) ($n-5$) (n^2+3n-2) des courbes admettant une tangente triple et le nombre 6 ($n-3$) ($3n-2$) des courbes admettant une tangente à un contact de quatre points.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Zeeman : *La décomposition magnétique des raies du spectre et l'intensité du champ*. Première partie. Il s'agit de la détermination de l'intensité d'un champ magnétique à l'aide du degré de décomposition éprouvé par une raie du spectre. La distance des composantes extérieures d'un

triplet se détermine très exactement. Les composantes d'une raie dédoublée magnétiquement sont aussi fines que la raie originale elle-même et l'on sait avec quelle exactitude on peut mesurer les distances d'un spectrogramme. Ainsi deux intensités de champ magnétique peuvent être estimées égales si elles causent une même décomposition d'une raie spectrale, et deux différences d'intensité sont égales si les différences des distances des composantes sont égales. On définit ainsi une échelle d'intensités de champ magnétique; le point origine et la valeur des unités peuvent être choisis arbitrairement. Pour l'application de cette échelle, il est tout à fait indifférent de savoir quel caractère présente la relation fonctionnelle entre l'intensité et la décomposition; il suffit que cette fonction soit univalente. D'ailleurs, les déterminations récentes les plus précises, de même que la théorie, rendent extrêmement probable que la décomposition des raies spectrales est proportionnelle à l'intensité du champ où se trouve la source de lumière; sous cette condition, l'échelle des intensités de champ magnétique est identique aux échelles ordinaires. Alors la décomposition d'une raie spectrale fait connaître l'intensité de champ en valeur absolue, aussitôt que le facteur de réduction est connu. Ce facteur de réduction se déduit des mesures des raies 4.678 Cd et 4.680 Zn exécutées par M. A. Färber avec une erreur probable inférieure à 1/100. Les méthodes employées jusqu'à présent donnent l'intensité de champ magnétique en un seul point. Au contraire, la décomposition d'une raie du spectre fait connaître en même temps l'intensité du champ dans tous les points d'une droite. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente au nom de M. J. J. van Laar : *La pression osmotique de solutions de non-electrolytes, en rapport avec les déviations des lois des gaz parfaits*. Récemment, MM. H. N. Morse et J. C. W. Frazer ont publié les résultats d'expériences très consciencieuses sur la pression osmotique de solutions diluées de sucre dans l'eau. Ces expériences ont démontré que les pressions osmotiques mesurées ne s'accordent avec les valeurs calculées que sous la condition que c'est le volume moléculaire v , du milieu solvant et non pas le volume total v qui figure dans le dénominateur de l'expression. Ce résultat est d'accord avec la loi déduite par l'auteur dès 1894; il fait voir qu'il est absurde d'expliquer la pression osmotique comme étant une pression analogue à une pression de gaz exercée par les molécules de la matière dissoute. L'auteur compare les résultats nouveaux de MM. Morse et Frazer à la formule qu'il a trouvée en 1894. — Ensuite, M. Roozeboom présente au nom de M. A. Smits : *Sur l'introduction de la notion de solubilité d'ions métalliques dans la question de l'équilibre électromoteur*. — M. J. D. van der Waals présente, encore au nom de M. A. Smits : *Sur la forme des lignes (P,T) dans un solide-fluide de composition invariable*. — M. P. van Romburgh présente au nom de M. F. M. Jaeger : *Sur les formes cristallines des dérivés 2 : 4-dinitrés de l'aniline*. Tableau faisant connaître les propriétés chimiques de 31 composés différents. — M. A. F. Holleman présente aussi au nom de M. F. M. Jaeger : *Un nouveau cas d'analogie de forme et de miscibilité de dérivés du benzène de position isomérique et les formes cristallines des six nitro-dibromobenzènes isomériques*. — M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. J. Moll van Charante : *La préparation d'acide salicylique aux dépens du phénolate de soude*. — Rapport de MM. H. Haga et W. H. Julius sur un Mémoire de M. J. W. Giltay intitulé : « Experimental-Untersuchung über die Möglichkeit einer Doppeltelefonie mittel unterbrochener Klänge » (Recherche expérimentale sur la possibilité de la téléphonie double à l'aide de sons discontinus). L'auteur s'est demandé ce que l'on entend si un son est interrompu périodiquement, par exemple s'il est possible d'entendre à travers un disque tournant à trous aussi bien que l'on voit. Déjà M. A. M. Mayer a répondu dans le sens affirmatif à cette question. Entre l'ouverture

très étroite d'un résonnateur et un tuyau auditif, il plaçait un disque tournant à trous, un diapason vibrant se trouvant devant l'ouverture large du résonnateur. La vitesse minimale de rotation du disque compatible avec une perception continue du son fit connaître la durée des sons intermittents donnant à l'oreille l'impression d'un son continu; de cette manière, la relation entre cette durée et la hauteur du son fut déterminée. Dès lors, l'idée se présente d'essayer de baser une téléphonie duplex ou multiple sur ce principe; car, dans les périodes où deux personnes qui se téléphonent ne reçoivent pas de vibrations, la « ligne » est à la disposition d'autrui. M. Giltay a évalué, d'après la formule de M. Mayer, à 160 le nombre des interruptions de l'harmonique le plus aigu de la voyelle *i* (2.376 vibrations d'après Helmholtz) pour que la durée de l'interruption soit égale à celle où le son passe; pour *ou*, ce nombre est 28. L'auteur interrompait périodiquement le courant téléphonique en intercalant dans le circuit un disque tournant à dents métalliques séparées les unes des autres par des morceaux d'ébonite, des ressorts métalliques ou des brosses de charbon pressant contre la circonférence. On n'entendait rien, quoique le nombre des interruptions fût assez large; d'après M. Giltay, ce résultat est dû à ce qu'il interrompait soudainement le courant téléphonique, tandis que la voie des vibrations est fermée et rouverte lentement dans l'expérience de M. Mayer. Quoique l'auteur n'ait pas encore atteint le but qu'il s'est proposé, il croit toujours à la possibilité de la téléphonie multiple et il continuera ses recherches. — M. W. H. Julius fait connaître quelques conclusions sur la « Coopération internationale de recherches sur le Soleil », prises à la seconde séance tenue à Oxford, les 27, 28, 29 septembre 1905. — M. J. P. van der Stok présente quelques publications de l'Institut météorologique néerlandais.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. H. J. Hamburger, aussi au nom de M. S. Arrhenius : Sur la nature de la réaction de précipitation. L'un des phénomènes les plus importants découverts dans ces derniers temps par les biologistes s'exprime en forme de loi de la manière suivante : Si l'on introduit dans le corps d'un individu une substance étrangère, ce corps y réagit par la formation d'une anti-substance. La toxine, injectée dans le circuit sanguin, est fixée; de plus, une antitoxine est formée, circulant bientôt dans le courant sanguin. Le poison diphtérique en donne un exemple. Une injection de la toxine de bacilles diphtériques à un cheval est fixée et, en même temps, il se forme dans le liquide sanguin l'antitoxine diphtérique. On s'en sert, en injectant à des enfants, infectés par le poison des bacilles diphtériques, une petite quantité de ce sérum de cheval, ce qui neutralise la toxine. La formation de précipité appartient à la même catégorie de phénomènes. En injectant au cheval une certaine quantité de sang de veau qui agit comme toxine pour le cheval, il se forme dans le corps du cheval une antitoxine correspondante, qu'on désigne sous le nom de « précipité » pour la raison suivante : En soustrayant à ce cheval un peu de liquide sanguin contenant cette antitoxine et en mélangeant ce sang au liquide sanguin d'un cheval normal contenant de la toxine, un précipité se forme. Ce phénomène porte le nom de « réaction de précipitation ». Ce précipité n'est autre chose qu'une combinaison de la toxine et de l'antitoxine. Autrefois, MM. Arrhenius et Madsen ont étudié *in vitro* la nature de la combinaison chimique de la toxine et de l'antitoxine de plusieurs systèmes différents, ce qui les conduisit à émettre l'opinion que, dans tous ces cas, on a affaire à une réaction d'équilibre, c'est-à-dire à une réaction comparable à celle qu'on observe en mélangeant des quantités équivalentes d'acide borique et d'ammoniaque. On trouve toujours dans le liquide de l'acide borique libre et de l'ammoniaque libre à côté de la combinaison borate d'ammonium. De même, on trouve dans le mélange de la toxine et de l'antitoxine la combinaison, à côté des composantes libres, de la

toxine libre et de l'antitoxine libre. Cependant, ces résultats ont été contredits de plusieurs côtés. En vérité, la combinaison de la toxine avec l'antitoxine n'avait pas été accusée directement; de plus, la toxine libre n'avait été déterminée quantitativement que par une méthode indirecte, à l'aide de corpuscules sanguins ou par des expériences sur des animaux. Au contraire, dans la réaction de précipitation, les conditions sont plus propices. Là, la quantité du précipité qui s'est formé peut être déterminée très minutieusement à l'aide des éprouvettes en forme d'entonnoir décrites récemment (*Rev. génér. des Sciences*, t. XVI, p. 1120). Le résultat trouvé par les auteurs, c'est qu'on a affaire ici à deux réactions d'équilibre simultanées. La première est celle où la toxine (la substance précipitinogène) se combine à la précipitine, mais seulement à un degré tel que le liquide continue à contenir certaines quantités des deux composantes à l'état libre; toutefois, une partie de la combinaison formée se dissout dans le liquide. A côté de la réaction indiquée, une autre se présente; celle-ci consiste en ce qu'une autre partie du précipité forme une combinaison soluble avec la substance précipitinogène libre. De même que la première, cette seconde réaction d'équilibre suit la loi de Guldberg et Waage. Les deux réactions d'équilibre sont comparables à ce que l'on observe dans l'action de CO^2 sur CaH^2O^2 . D'abord, il se forme un précipité de CaCO^3 . En ajoutant encore de l'acide carbonique, une partie de ce précipité se transforme dans un bicarbonate soluble. Ici, le CaH^2O^2 tient lieu de la précipitine, le CO^2 de la substance précipitinogène, CaCO^3 de la combinaison. En exprimant les deux réactions d'équilibre par des formules, on trouve un accord sensible entre les quantités trouvées et calculées, comme le montre le petit tableau suivant :

1 CC. SÉRUM DE VEAU (précipitine = antitoxine) + ... cc. sérum de cheval 1/50 (toxine)	VOLUME DU PRÉCIPITÉ	
	trouvé	calculé
0,013	0	0
0,027	3	3
0,05	10,6	9,9
0,08	18,7	18,5
0,1	23,5	21,3
0,15	39,6	38,5
0,18	51,4	48,7
0,2	51,7	52,2
0,25	64,7	61,9
0,27	65,6	67,5
0,29	72,6	73,5
0,33	79,8	79,0
0,38	77,5	78,8
0,46	74,4	75,9
0,56	68,9	65,2
0,7	45,2	46,5
1	13,5	11,5
1,2	4	4,1
1,4	0	0,1

Ces résultats sont importants, non seulement pour la connaissance de la réaction de précipitation *quantalis*, qui se révèle ici comme une réaction d'équilibre, mais surtout pour la réaction toxine-antitoxine en général, parce que la réaction de précipitation qui s'exécute sans peine avec tant de précision pourra faire comprendre toute une catégorie de réactions toxine-antitoxine, dont elle ne forme qu'un cas particulier. — Rapport de MM. J. M. van Bemmelen et G. van Dienen sur un Mémoire de M. J. Lorie : « De geologische bouw der Geldersche vallei, benevens de beschrijving van eenige nieuwe grondboringen » (La structure géologique de la vallée de Geldre, suivie d'une description de quelques puits nouveaux du sol).

P. H. SCHOOTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Variabilité de 68 u Hercule. — La variabilité de 68 u Hercule a été découverte, en 1869, par Jul. Schmidt. D'après les observations faites par Schmidt, Schwab, Yendell et Luizet, de 1873 à 1899, la variabilité serait irrégulière. Le spectre de 68 u Hercule étant du type Orion, cette étoile semblerait, soit appartenir au type des variables de la nébuleuse d'Orion, soit représenter un type inconnu jusqu'ici.

M. H.-E. Law s'est attaché à l'étude légitime que nécessitait cette variable et a obtenu 388 comparaisons de l'éclat de cette étoile à ceux de e et w Hercule; la combinaison avec les mesures photométriques de Potsdam et de Harvard College, et la discussion des déterminations de l'auteur, conduisent à une courbe d'éclat qui n'est pas exactement symétrique et dont on ne pourrait faire coïncider les deux branches.

D'après la courbe de lumière, il faut supposer que 68 u Hercule se compose de deux étoiles de grandeurs 5.1 et 6.6; le diamètre du compagnon serait moitié environ de celui de l'astre principal, et l'orbite légèrement elliptique. La continuité de la variation montre, en outre, que les deux composantes sont à peine séparées, ce qui s'accorde avec les conclusions tirées de l'examen du spectre.

§ 2. — Physique du Globe

La hauteur de l'atmosphère. — La hauteur extrême de notre atmosphère a été déterminée plusieurs fois par les observations des étoiles filantes, qui commencent à s'embraser quand le frottement devient suffisamment intense pour vaporiser les matériaux dont elles sont composées. Cette méthode est satisfaisante à un grand nombre de points de vue et continuera peut-être à être utilisée par les astronomes. Mais on peut aussi, avec T. J. J. See, de Washington, employer une autre méthode, plus simple, et assurément aussi exacte.

Si l'on observe à l'œil nu la disparition graduelle de la couleur bleue du ciel quand la nuit approche, on est surpris de voir avec quelle exactitude une personne douée d'une bonne vue peut faire cette observation

quand l'atmosphère est parfaitement claire; en notant alors l'heure du coucher du Soleil et celle de la disparition complète du bleu du ciel, un simple calcul de trigonométrie sphérique donne la dépression du Soleil à l'instant où le bleu se change en noir, et l'on peut en déduire la hauteur à laquelle se trouvent les particules illuminées.

La hauteur moyenne indiquée par M. See est, par ce procédé, de 211 kilomètres, et l'incertitude ne dépasse pas une vingtaine de kilomètres: certainement, l'instant de la disparition du bleu est légèrement indéterminé et, vu la raréfaction graduelle des couches, il faut encore que les particules soient réparties d'une manière assez dense pour que le bleu, par réflexion, se détache encore sur le noir du ciel; néanmoins, on est surpris de la concordance des résultats de l'auteur.

Que resterait-il à objecter? Les étoiles filantes indiquent une hauteur moyenne de 120 kilomètres; mais ne faut-il pas, pour elles-mêmes, un certain parcours de friction pour déterminer l'incandescence? Le frottement n'est-il pas important seulement dans un milieu assez dense? N'oublions pas qu'elles sont douées de vitesses moyennes analogues à celle de la Terre, soit 30 kilomètres par seconde.

Ainsi, en résumé, le procédé de M. See paraît plus précis et nous semble susceptible de révéler la présence de couches diluées où les météores ne sont pas encore incandescents, — en même temps que ses résultats numériques sont beaucoup plus concordants que ceux qui résultent de la luminosité des étoiles filantes, de diamètres et de masses trop différents.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La distribution à domicile du froid artificiel. — M. G. Richard a exposé, à l'une des dernières séances de la Société d'Encouragement, l'état actuel de cette intéressante question.

La distribution à domicile du froid artificiel, aussi nécessaire, dans bien des cas, que la chaleur, a fait, aux États-Unis, l'objet de nombreuses tentatives, longtemps infructueuses, mais qui ont fait école, de sorte que l'on peut considérer aujourd'hui le problème comme résolu, d'après les renseignements fournis au

dernier meeting de l'*American Society of refrigerating Engineers*, à New-York, par M. L.-E. Starr sur la distribution du froid, telle qu'elle est pratiquée dans certaines villes américaines : Boston, New-York, Philadelphie¹.

On emploie, pour cette distribution, tantôt directement l'ammoniac détendu dans les tuyaux de la canalisation, comme à New-York, Boston, Saint-Louis, Baltimore, Norfolk, Los Angeles, Kansas City, tantôt du liquide incongelable refroidi, comme à New-York, Boston, Denver. Ces distributions ont des longueurs de canalisation allant jusqu'à 27 kilomètres.

Les distributions à circulation de liquide incongelable sont, en général, établies d'après le système à deux lignes de tuyaux : une pour l'aller, l'autre pour le retour, avec les appareils réfrigérants branchés en quantité. La circulation de ce liquide est commandée par des pompes à pistons. La puissance absorbée par ces pompes est, par frigorie utile, proportionnelle à la charge hydrostatique de la canalisation et inversement proportionnelle à l'accroissement de température entre la sortie et la rentrée du liquide incongelable. Les tuyaux sont posés dans des coffres en bois recouverts d'un isolant hydrofuge, tel que du feutre imprégné d'huile de résine ou de paraffine ou du liège imprégné de poix, le tout enseveli dans des caniveaux appropriés. On ne sait rien de précis sur les pertes par rayonnement dans ces caniveaux, sinon qu'elles sont, en général, très faibles. Au *Quincy Market*, de Boston, d'après M. Voorhes, sur une longueur de 450 mètres, elles seraient pratiquement nulles.

Avec la circulation directe de l'ammoniac, on emploie presque toujours le système à trois lignes de tuyaux : l'aller A, le retour R et celle dite « du vide » V, tel qu'il a été breveté en 1893, par MM. Branson, Thorburg et Starr².

La ligne du vide V est constamment reliée à une pompe qui y entretient le vide. Les appareils réfrigérants sont montés en dérivation sur A et R. S'il arrive un accident à l'un d'eux, on l'isole de A et de R, en fermant les robinets correspondants, et on le met en rapport avec V en ouvrant un troisième robinet. Cette ligne du vide V permet aussi de faire, aux appareils de réfrigération branchés sur les conduites d'aller et de retour, toutes les réparations sans en troubler la circulation ; elle permet encore de faire le pont entre deux sections A de la distribution principale séparées par une section en réparation, en utilisant la section de V correspondante pour faire passer l'ammoniac liquide de l'une à l'autre des sections valides, pendant qu'on répare la section intermédiaire.

Ces canalisations sont disposées dans des conduites en poteries vitrifiées et en deux pièces. On pose d'abord la moitié inférieure de ces conduites dans du ciment, on vérifie l'étanchéité des tuyaux d'ammoniac et on pose la seconde moitié de la conduite en poterie. Des regards permettent d'accéder à ces canalisations. La détente de l'ammoniac liquide dans les différents réfrigérants de la distribution est réglée par tâtonnements, de manière que le gaz détendu s'y sursature au point de ne pas donner lieu à des condensations dans la ligne de retour. Lorsqu'il s'agit d'un grand établissement, comme un hôtel, on préfère, pour simplifier ce réglage, le desservir par une canalisation locale de liquide incongelable refroidie par une dérivation unique de la distribution d'ammoniac.

La température, dans les canalisations d'ammoniac, ne dépasse guère 25°, ce qui correspond à une tension de vapeur de l'ammoniac de 9 kilogrammes environ et donne, avec une pression de 10 kil. 5 un compresseur, une charge utilisable de 1 kil. 5 ; mais il ne faut guère compter sur plus d'un kilogramme pour tenir compte des frottements de la canalisation. Dans la canalisation de retour, il faut maintenir la contre-pression à la

station centrale aussi basse que possible, et c'est pour cela que l'on emploie souvent, dans ces distributions, des machines à absorption dont le fonctionnement est économique aux très basses pressions. En général, on peut satisfaire à toutes les exigences avec une pression maxima de 2 kilogrammes au point le plus chargé du retour et de 0 kil. 5 à la station.

M. Starr cite, comme exemple, une installation alimentant des caisses réfrigérantes de capacités variant entre 30 et 1.100 mètres cubes, en moyenne de 500 mètres cubes, et où la réfrigération d'un mètre cube d'espace coûte, par an, une puissance réfrigérante de 2 tonnes environ³ ; mais ce n'est là qu'une indication très vague, la dépense variant énormément avec les circonstances locales.

La question des joints des tuyaux est absolument capitale. Après bien des essais, on adopta le principe de fixer les tuyaux par sections ancrées à des intervalles réguliers et de relier ces sections fixes les unes aux autres par des tubes en U formant joints de dilatation. Sur toute la longueur d'une section, les tuyaux sont soudés les uns aux autres, et, le plus possible, en place, par l'ahminothermie. Ce système donne d'excellents résultats.

La difficulté des joints est moindre avec la circulation du liquide incongelable. A Philadelphie, on a récemment adopté des emmanchements coniques avec brides de serrage et joints de dilatation tous les cinquante mètres environ.

On voit qu'il ne s'agit plus, ici, d'essais, mais de grandes et nombreuses installations en marche normale depuis déjà quelques années.

§ 4. — Physique

Un spectroscopie binoculaire à réseau.

— Le Professeur Marshall Watts, de Sydenham, vient de présenter, à la récente « *Conversazione* » de la Société Royale de Londres, un nouveau et très ingénieux modèle de spectroscopie binoculaire à réseau. Il est tout simplement constitué par une jumelle de spectacle devant laquelle sont adaptés deux réseaux de diffraction par transparence, identiques et tracés sur des verres à faces optiquement parallèles. L'appareil fonctionne sans collimateur, comme les prismes objectifs des lunettes astronomiques, et il s'applique à l'examen direct de tout objet lumineux affectant une forme à contours définis et plus spécialement linéaires, tels qu'un tube de Plücker, par exemple, qui, examiné avec l'appareil à une distance de 3 mètres, fournira par sa partie capillaire un spectre à lignes aussi nettes que si l'on avait affaire à un faisceau venant de la fente d'un collimateur. Dans certains cas, il est intéressant de voir le spectre donné non seulement par le tube capillaire, mais aussi par les espaces avoisinant l'anode et la cathode. Ainsi, dans le spectre de l'hélium représenté par la figure 1, chaque radiation est représentée par une image entière du tube à gaz. Pour les spectres de flammes des métaux alcalins et alcalino-terreux, une courte flamme de bec Bunsen est de forme assez définie pour que ses images dispersées par le réseau permettent d'en identifier les radiations ; néanmoins, il est préférable de fixer au brûleur un écran percé d'une fente verticale ; on aura alors de très beaux spectres.

M. Marshall Watts ayant eu l'amabilité de me confier un de ses nouveaux appareils, j'ai cherché à en faire l'application aux spectres de courtes étincelles condensées. J'ai reconnu qu'il était préférable alors d'examiner à 2 ou 3 mètres le faisceau donné par une lentille de verre cylindrique, l'étincelle étant placée au voisinage du foyer de celle-ci ; on obtient ainsi des spectres particulièrement vifs et brillants, et ceux du

¹ *Revue de Mécanique*, avril 1906.

² *Brevet anglais* 545 de 1893.

³ La *Ton Refrigeration*, unité frigorifique usuelle aux Etats-Unis, est le nombre de frigories, en unités anglaises, pour congeler une tonne américaine de 2.000 livres (ou de 907 kilogs.) d'eau prise à 0°.

troisième ordre sont encore observables. Pour faire des mesures de longueurs d'ondes, la jumelle est fixée sur un support, de manière à avoir au milieu du champ le spectre cherché, dans la direction duquel il suffit de placer à 2 mètres une règle de 30 centimètres de longueur divisée en millimètres, convenablement éclairée, et sur laquelle se projettent les raies, pour lesquelles M. Watts arrive ainsi à des déterminations voisines de l'unité d'Angström.

On peut aussi faire la comparaison entre deux spectres en employant deux sources de lumière semblables. Pour cela, M. Watts fait usage d'un écran traversé par une longue fente verticale dont la partie supérieure est éclairée par l'une des sources, et la moitié inférieure par l'autre source; cet effet s'obtient aisément avec deux miroirs inclinés en sens inverse l'un de l'autre, ou deux prismes à réflexion totale. Ces réseaux peuvent être adaptés à n'importe quelle jumelle de campagne, à grande ouverture de préférence; les jumelles à prismes ne donnent pas de résultats satisfaisants à cause de la petitesse de leurs objectifs et des pertes de lumière qu'elles occasionnent. Ce modèle, si portatif, si lumineux, et si dispersif serait, à mon avis, un spectroscopie susceptible de

solution alcoolique d'acide gallique à 20 % et y introduire 10 centimètres cubes d'acide sulfureux liquide pour 100 centimètres cubes de solution. Ajouter dans l'obscurité 50 centimètres cubes de cette solution pour 100 centimètres cubes d'émulsion au citrate. L'émulsion ainsi obtenue peut être facilement préparée et étendue sur papier sans subir aucun noircissement.

Le papier ainsi obtenu, auquel MM. Lumière ont donné le nom de *Takis*, réunit à la fois les avantages des papiers par noircissement direct et des papiers par développement. Il permet de tirer un grand nombre d'épreuves, n'exige pas de manipulations délicates et il fournit des épreuves d'une grande variété de tons avec une gamme de demi-teintes très étendue. Il a, enfin, le grand avantage de permettre une très grande latitude pour le temps d'exposition.

Le papier, exposé dans le châssis-presse, sous le négatif, à la lumière du jour, jusqu'à ce que l'image soit nettement apparente, est développé à l'eau jusqu'à ce que l'on juge l'intensité suffisante. Cette opération peut s'effectuer soit à la lumière artificielle, soit à la lumière diffuse faible. Il n'est pas nécessaire d'opérer dans le laboratoire obscur. Lorsque l'épreuve a atteint toute sa vigueur, on lave à grande eau.



Fig. 1. — Spectre de l'hélium donné par le spectroscopie binoculaire à réseau de M. M. Watts.

rendre de grands services en météorologie, notamment pour l'étude des spectres de l'aurore polaire, de l'éclair, de la lumière zodiacale, etc.

A. de Gramont,
Docteur en sciences.

§ 5. — Chimie

Un nouveau papier photographique aux sels d'argent développable par simple immersion dans l'eau. — On sait que les papiers photographiques aux sels d'argent renfermant un excès de sel d'argent soluble, tels que les papiers au citrate d'argent, peuvent être faiblement impressionnés et traités ensuite par un développeur physique, hydroquinone, acide gallique, etc., en solution acide par exemple, qui, agissant sur l'excès de sels d'argent solubles du papier, donne de l'argent réduit qui se fixe peu à peu sur l'image dont l'impression a été commencée par l'action de la lumière.

Jusqu'ici on n'avait pas pu introduire directement la substance révélatrice dans l'émulsion servant à la préparation des papiers, afin de permettre le développement physique de l'image par simple immersion dans l'eau; l'addition d'une substance révélatrice à l'émulsion provoque, en effet, au bout de très peu de temps, la réduction du sel d'argent soluble.

MM. Lumière viennent d'arriver à remédier à cet inconvénient par l'addition d'acide sulfureux, soit à l'émulsion, soit à la solution de la substance révélatrice qu'on y ajoute. Voici, à titre d'exemple, comment ils préparent un papier à l'acide gallique : Faire une

Pour certains tons sépias, il suffit de fixer à l'hyposulfite de soude à 45 %. On peut aussi traiter l'image par le bain de virage et fixage combinés ordinaire pour avoir des tons analogues à ceux que donne le papier au citrate. Enfin, on obtient de beaux tons noirs en traitant les épreuves par le virage au chloroplatinite de potassium et en les fixant ensuite dans le bain de virage et fixage combinés.

Les épreuves sont lavées et achevées comme s'il s'agissait du papier au citrate.

Une source de perte dans la fabrication du sucre. — M. H. Pellet¹ vient de faire connaître une source, jusqu'alors insoupçonnée, de perte de sucre dans la fabrication ou le raffinage de cette denrée. Il s'agit d'une sorte de volatilisation qui a lieu quand la vapeur qui se dégage du jus chauffé, ou des massécuites, ou des centrifuges, s'échappe à l'air libre : on constate alors que les vapeurs, inhalées, ont un parfum sucré. On s'en rend compte encore très facilement en tenant une bouteille propre, remplie d'eau froide, dans la vapeur et en essayant le liquide qui se condense sur les parois par la réaction à l'acide α -naphtholsulfonique.

Si l'on considère que l'évaporation libre des liquides chauds au cours de la fabrication s'élève à 3 ou 4 % du volume total et que, à une température de 85° C., on trouve dans les liquides condensés de 2,5 à 5 grammes de sucre par litre, on comprendra que les pertes dues

¹ Bull. de l'Assoc. des Chim. de Sucrierie et Distillerie, t. XXIII, p. 991-994.

à cette cause puissent être très considérables. La volatilisation du sucre se produit probablement sous forme de petites vésicules de jus en suspension dans la vapeur. Quand une solution de sucre à 10 % est distillée dans un ballon, en prenant soin de tamiser les vapeurs, on ne trouve pas de sucre dans le distillat.

§ 6. — Hygiène publique

Quelques nouvelles applications de l'ozone à la stérilisation des eaux potables et industrielles. — L'emploi de l'ozone pour la stérilisation de l'eau potable et de l'eau nécessaire à certaines industries a fait, dans ces dernières années, des progrès très remarquables, grâce surtout aux recherches du Dr G. Erlwein, ingénieur en chef de la maison Siemens et Halske. Les résultats obtenus à l'aide de l'usine d'eau à ozoneur de la ville de Paderborn sont tout particulièrement dignes d'attention. Pendant un service régulier et exclusif de trois ans et demi, la fièvre typhoïde, fléau régulier de cette ville avant l'installation de l'usine, en a, en effet, entièrement disparu.

En dehors des usines centrales de distribution, l'ozone se prête à la stérilisation de l'eau dans des installations particulières desservant soit des usines industrielles, soit de petites communes, ou destinées à pourvoir aux besoins des détachements de troupes; on affecte, enfin, dans les laboratoires de bactériologie, les ozoneurs à des recherches de stérilisation expérimentale. Les dispositifs de ce dernier genre, qui ont été adoptés dans plusieurs institutions scientifiques de l'Allemagne, comportent (fig. 1) : une tour stérilisatrice *a* à admission supérieure et décharge par le bas, remplie de petites sphères de verre, d'argile ou de porcelaine; un tube de verre inséré dans le courant d'ozone et pourvu d'un manomètre différentiel *b*, au moyen duquel le flux d'ozone est déterminé à tout moment voulu. Le générateur d'ozone, disposé à l'inté-

moteur à courant continu *e*, actionnant, d'une part, la soufflerie *f* qui fournit le courant d'air à ozoniser, et, de l'autre, un interrupteur rotatif *g*, engendrant le courant continu intermittent pour le circuit primaire du transformateur. Les tubes ozoneurs de l'ancien

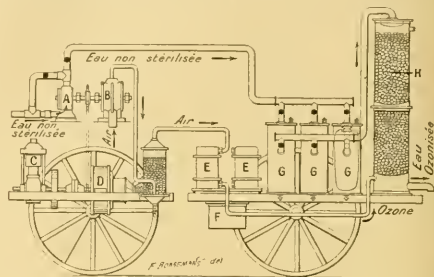


Fig. 2. — Installation militaire transportable pour la stérilisation de l'eau par l'ozone. — A, pompe à eau; B, soufflerie; C, moteur; D, dynamo; E, ozoniseurs; F, transformateur; G, filtres; H, tour de stérilisation.

type Siemens, employés dans cet appareil, comportent chacun deux tubes de verre concentriques, scellés en haut et dont l'extérieur est baigné par l'eau réfrigératrice, le tube intérieur étant rempli d'eau de façon que celle-ci peut servir en même temps comme conducteur amenant la tension élevée aux pôles de décharge de l'ozoniseur. Pour le dosage de l'ozone en cours d'opération, on a inséré, entre la tour et l'ozoniseur, un flacon *i* rempli d'iode de potassium, un compteur *k* mesurant l'air ozonisé appelé par succion et un flacon *l* pouvant être substitué au compteur précité.

Dans certains cas, on préfère actionner l'ozoniseur par des courants continus intermittents; on se sert alors, pour engendrer le courant primaire du transformateur, d'un petit convertisseur, consistant en une petite machine à courant alternatif, sur l'axe de laquelle est monté un moteur à courant continu d'une puissance de 1/2 cheval inséré dans la ligne.

Ces installations de laboratoire demandent, suivant la nature du courant, une consommation de 1 à 1 1/2 cheval. En opérant sur l'oxygène atmosphérique sous la forme d'air desséché, l'on obtient, avec un courant d'air de 500 à 1 000 litres par heure, 5 à 6 grammes d'ozone hautement concentré, tandis qu'un débit double ou triple est réalisé au moyen de l'oxygène pur.

Sur des principes du même genre, mais sur une plus grande échelle, sont construites les installations stationnaires telles qu'on vient d'en inaugurer pour le service de l'eau potable à Saint-Petersbourg, celui de l'eau minérale à Astrakhan, et pour la stérilisation de l'eau à rincer dans une des grandes brasseries de Munich. A côté d'une tour stérilisatrice basée sur le principe des contre-courants, et où l'ozone arrive au contact de l'eau descendant en minces filets, on a monté un moteur à courant continu, actionnant d'une part une génératrice à courant alternatif et de l'autre une soufflerie à air et une pompe à eau. L'ozoniseur comporte deux séries de 8 tubes chacune.

Les installations transportables pour usages militaires (fig. 2 et 3, après avoir été employées avec succès par l'armée russe sur le théâtre de la guerre, en Mandchourie, seront adoptées très prochainement par plusieurs Gouvernements, soit pour desservir les fortifications, soit pour fournir une réserve transportable prête à tout moment à fonctionner, pour le cas où une épidémie, due à l'eau potable, éclaterait dans un camp militaire.

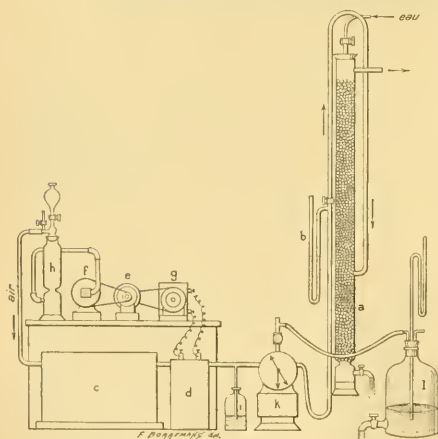


Fig. 1. — Schéma d'une installation de laboratoire pour la purification de l'eau par l'ozone. — a, tour de stérilisation; b, manomètre différentiel; c, tubes ozoneurs; d, transformateur; e, moteur à courant continu; f, soufflerie; g, interrupteur; h, tour pour la purification de l'air à ozoniser; i, et l, flacons doseurs; k, compteur.

rieur d'une boîte en bois, se compose de 10 tubes ozoneurs du système Siemens *e* et d'un transformateur *d*; sur le couvercle de la boîte se trouve un petit

Chacune de ces installations militaires (fig. 2) comprend deux voitures portant, l'une, les appareils moteurs, et l'autre, les dispositifs stationnaires de stérilisation. Les premiers se composent :

d'un moteur à essence C du type automobile, portant sur son axe un alternateur D qui produit le courant primaire du transformateur F, d'une pompe à eau A, servant à refouler l'eau crue dans la tour stérilisatrice, et, enfin, d'une petite soufflerie B fournissant l'air à ozoniser. Les dispositifs stationnaires, placés dans l'autre voiture, sont les suivants : deux séries E de 8 tubes ozonisateurs chacune, dont l'une sert comme réserve, un transformateur F recevant le courant alternatif primaire à basse tension engendré dans la première voiture, et trois filtres provisoires G, où l'eau crue, avant son entrée dans la tour H, est débarrassée des impuretés les plus grossières. Des tubes de caoutchouc et un câble assurent la connexion mécanique et électrique des deux voitures. La figure 3 représente l'une de ces installations en fonctionnement sur le théâtre de la guerre russo-japonaise, à Kharbine.

Les courbes de la figure 4, dans lesquelles on a porté en abscisses les quantités d'air lancées par heure à travers l'appareil et en ordonnées le nombre de grammes d'ozone obtenus par appareil et par cheval-heure, serviront à caractériser ces appareils ozonisateurs. On remarquera que le débit d'ozone par unité de puissance s'accroît jusqu'à un maximum à mesure que le courant d'air augmente d'intensité, en même temps que la concentration de l'ozone diminue. Or, en jugeant l'efficacité d'un ozoniseur donné, il convient de tenir compte et du débit absolu et de la concentration de l'ozone obtenu, les faibles concentrations étant évidemment de peu de valeur pour les emplois industriels.

Alfred Gradenwitz.

§ 7. — Enseignement

La caisse des recherches scientifiques. — Le Rapport annuel sur le fonctionnement de cette caisse en 1905 vient de paraître au *Journal officiel*. On sait que les ressources de cette caisse proviennent de subventions diverses, entre autres des Conseils généraux et des fonds du pari mutuel : elles sont destinées à aider les savants dans leurs recherches et leurs travaux spéciaux. C'est ainsi qu'en 1905 il a été accordé aux auteurs 158.000 francs, sur un total de 175.888 francs.

La somme de 50.000 francs provenant du pari mutuel a été employée, comme précédemment, à subvention-

ner les travaux entrepris à la Station expérimentale de Lille, sous la direction du docteur Calmette.

Parmi les recherches de la première section (Biologie), citons celles de M. Achard, agrégé de la Faculté de Médecine de Paris, sur « le régime d'écholoré » ; de M. Arloing, de Lyon, sur « l'unité et la dualité de la tuberculose humaine et bovine et sur la vaccination anti-tuberculeuse » ; de M. F.-J. Bosc, de Montpellier, sur « les maladies bryocytiques », notamment la variole ; de Dr Delacroix, de l'Institut agronomique, sur les maladies de diverses plantes, entre autres du tabac ; de M. Raphaël

Dubois sur les « radiobes » ; de M. Julien Ray, de Lyon, sur le cancer, etc.

Dans la deuxième section, nous trouvons les recher-



Fig. 3. — Dispositif pour la stérilisation de l'eau au moyen de l'ozone, en fonctionnement sur le théâtre de la guerre russo-japonaise.

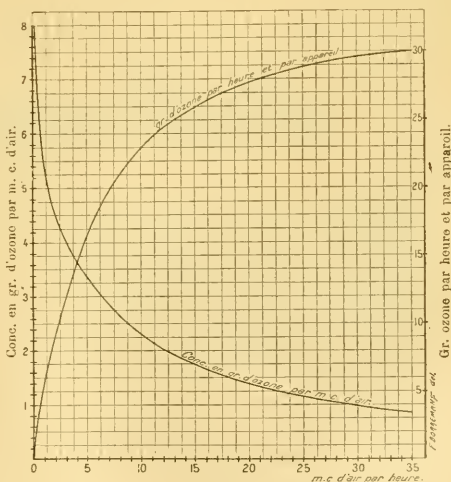


Fig. 4. — Courbes donnant le rendement des appareils ozonisateurs.

ches de M. Charles Bénard sur l'Océanographie et de M. Charles Deslandres sur les mouvements de l'atmosphère solaire.

LA FAUNE BATHYPÉLAGIQUE ET LA FAUNE DES GRANDS FONDS¹

A l'exception des Halobates, les animaux pélagiques ne restent pas confinés à la surface; suivant leur aptitude à la natation, ils descendent plus ou moins vers la profondeur, et remontent quand les conditions de calme et de température leur paraissent favorables. Si, dans le sillage du navire, le filet de gaze fin récolte toujours des Copépodes, des Foraminifères, des *Sagitta*, des larves et autres petits organismes, par contre, les animaux de plus grande taille disparaissent fréquemment de la surface, surtout quand le temps est frais et la mer agitée. Mais, qu'on descende alors jusque vers 500 mètres le filet à grande ouverture, dans sa course remontante l'engin récoltera les organismes qui se tiennent entre deux eaux, et ces organismes seront, à très peu près, ceux qu'on trouve ordinairement à la surface par un temps calme.

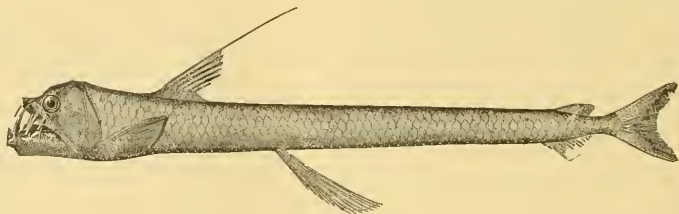
profondeurs qui peuvent dépasser 6.000 mètres, le filet vertical ne ramène guère que des animaux hyalins, bleuâtres, violacés ou incolores quand on le fait fonctionner entre 1.000 mètres et la surface: c'est la zone des organismes pélagiques; — descendant jusqu'au voisinage du fond et remonté ensuite, il ramène, au contraire, un grand mélange de formes dont les unes sont identiques aux précédentes et les autres d'un type tout particulier: noi-

Fig. 1. — *Cyclothone microdon* Günther. (Grossi deux fois.)

râtres, rouges, parfois brunes et hyalines et très souvent munies d'organes lumineux. Les animaux de ce type appartiennent à la faune des abysses où ne pénètrent jamais les rayons lumineux du dehors; mais ils ne viennent pas du fond, car on ne les obtient pas avec le chalut, sauf dans les cas très rares où cet engin, fonctionnant comme filet vertical, a fait quelques captures en

remontant à la surface. Ainsi, entre la zone supérieure et le lit des océans, vit et se développe une population abyssale qui ne remonte

Au-dessous de la zone, très variable suivant les espèces, qui est fréquentée par les

Fig. 2. — *Chauliodus Sloanii* Schneid. (Réduit au tiers.)

animaux pélagiques ou de surface, s'étend jusqu'au fond une couche d'eau plus ou moins épaisse. Cette couche a-t-elle une faune qui lui soit propre, une faune dont les représentants n'explorent jamais les régions supérieures de l'Océan et ne se tiennent pas localisés sur le soubassement du domaine maritime? Pour répondre à cette question, il suffit de comparer les récoltes du filet vertical avec celles que donnent le chalut et les autres engins de fond. Dans la région des abysses, c'est-à-dire par des

jamais dans les couches supérieures éclairées et ne touche le fond qu'aux hasards de la chasse; localisé entre deux eaux comme les organismes pélagiques, et d'ailleurs isolé dans les abysses comme les espèces qui vivent sur les grands fonds, cet ensemble d'animaux constitue ce qu'on a très justement nommé la *faune bathypélagique*.

Pour découvrir cette faune et en étudier la distribution, les zoologistes explorateurs ont eu recours à des filets verticaux en gaze fine, qui, au moyen d'un mécanisme assez délicat, peuvent s'ouvrir et se fermer à la profondeur voulue. Mais, à cause de leurs dimensions très réduites, ces engins ne rapportaient qu'un petit nombre d'animaux et

¹ Voir *Revue gén. des Sc.* du 30 mars 1906, p. 263, et du 30 avril 1906, p. 334: « Quelques impressions d'un naturaliste au cours de la dernière campagne scientifique de S. A. le Prince de Monaco ».

seulement des espèces peu rapides; on les a remplacés à bord de la *Princesse-Alice* par le filet

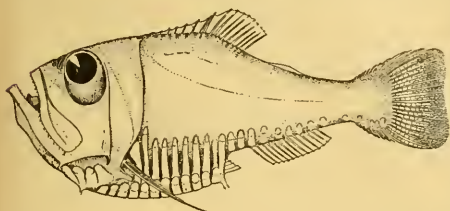


Fig. 3. — *Argyropelecus hemigymnus* Cocco. (Gr. nat.)

Richard à grande ouverture, qui fixe moins bien, il est vrai, la distribution verticale des organismes,

avec beaucoup moins de fréquence; on la distingue à ses longues dents aciculiformes qui débordent les lèvres, à ses flancs argentés et aux taches phosphorescentes situées sur sa face ventrale noirâtre. Une espèce plus commune, et de coloration analogue, l'*Argyropelecus hemigymnus* (fig. 3), appartient à une famille très voisine, encore que sa forme soit toute différente: très comprimé latéralement, ce petit poisson est presque tout en tronc et en tête, presque semblable à un disque augmenté d'une étroite queue; il a une bouche peu fendue et, près du vertex, deux gros yeux presque contigus et dirigés vers le haut à l'extrémité de courts pédoncules. Ces yeux télescopiques ne semblent pas rares, du moins dans le jeune âge, chez les espèces qui vivent entre deux eaux; au voisinage des îles



Fig. 4. — Deux poissons bathypélagiques à organes lumineux: en haut, le *Xenodermichthys socialis*, Vaillaut, capturé par le "Talisman"; en bas, grossi trois fois, le *Photostomias Guernei*, Collett, pris aux Açores par l'"Hirondelle".

mais qui a pour avantage de les capturer en plus grand nombre et d'être d'une manœuvre fort simple.

11

Tous les groupes d'animaux marins sont représentés dans la faune bathypélagique.

Parmi les Poissons, il convient de citer en premier lieu les petits Scopélides du genre *Cyclothone* (fig. 1), qui reviennent nombreux à chaque coup du filet vertical. Leur corps grêle n'a pas assez de consistance pour résister au voisinage des autres animaux capturés et souvent même se colle aux mailles de l'engin; pourtant, il est facile d'en observer la couleur noire, la tête un peu dilatée sur laquelle s'ouvre une longue bouche, les très petites dents et parfois, quand le spécimen est bien conservé, les organes lumineux très petits, distribués en rangs multiples. Une autre espèce également aplatie et grêle, mais notablement plus grande, le *Chauliodus Sloanei* (fig. 2: 30 centimètres environ), apparaît

Baléares, le filet vertical nous ramena une larve où ils étaient démesurément allongés.

Étant données leurs couleurs plutôt claires, les deux espèces précédentes se tiennent vraisemblablement à des profondeurs médiocres. Il n'en est pas de même de certains Poissons étranges, dont nous capturâmes quelques rares spécimens: le *Macrurus globiceps*, à tête renflée suivie d'une queue longue et étroite; l'*Eurypharynx pelecancus*, plus exagéré dans le même sens, avec une mâchoire dilatable



Fig. 5. — Partie antérieure d'un *Malacosteus* avec les deux organes lumineux situés au-dessous et en arrière de l'œil.

en un vaste sac, et le *Malacosteus niger*, où la même mandibule très grêle atteint une longueur démesurée. Toutes ces espèces ont la teinte noirâtre caractéristique des Poissons franchement bathypélagiques, et parfois même présentent des taches phosphorescentes. C'est ainsi que le *Malacosteus niger* est muni, près du bord de la lèvre supérieure, de deux grands organes lumineux (fig. 5).

Les Crustacés bathypélagiques présentent une variété non moins grande et, en général, une plus grande richesse en individus. Cette observation convient particulièrement au groupe des Schizopodes, qui toujours nous donna une quantité de spécimens ap-

partenant aux familles les plus diverses : des *Eucopia*, des *Boreomysis*, des *Thysanopoda*, des *Nematoscelis* (fig. 6), ces dernières avec des organes lumineux. Grâce aux récoltes du filet vertical, on sait aujourd'hui que les Schizopodes sont des êtres fort variés, qui passent aux Pénéides et aux Crevettes par toutes les transitions et se rattachent par des liens étroits aux Décapodes nageurs. Tel est, du moins, le résultat des observations effectuées par M. Hansen sur les Schizopodes et par M. Coutière sur les Crevettes recueillies pendant la campagne de 1904, avec le filet vertical.

Les Schizopodes bathypélagiques sont toujours accompagnés de Décapodes nageurs plus volumineux, parmi lesquels il convient de citer au premier rang d'énormes *Sergestes*, aussi grands que notre Palémon comestible, les admirables Crevettes rouges (fig. 7) du genre *Acanthephyra* et des

Pénéides notablement plus petits, les *Gennadas*, qui ont la teinte des précédentes avec des appendices buccaux purpurins. Le *Gennadas elegans* est l'espèce la plus commune du genre : il fut considéré comme une espèce rarissime aussi longtemps qu'on se borna aux pêches sur le fond ; mais, depuis l'emploi du filet vertical, surtout de celui à grande ouver-

ture, il apparaît très commun et doit être considéré comme un des éléments les plus caractéristiques de la faune bathypélagique dans nos régions. En Méditerranée, près des îles Baléares, et au centre de l'Atlantique, dans la région des Sargasses, certains coups de filet nous donnèrent jusqu'à trente spécimens de ce joli Pénéide. Au-

dessus de 1.000 mètres, on ne rencontre guère que les jeunes et les larves de l'espèce ; au-dessous apparaissent les adultes, qui, d'ailleurs, ne semblent jamais se tenir sur le fond¹. Beaucoup plus rares, mais mieux adaptés encore à l'existence bathypélagique, sont les Décapodes du genre *Ery-*

oneicus, qui représentent, dans les mers actuelles, les Eryonides de l'époque jurassique : avec leur carapace globuleuse ou transversalement dilatée et leur queue relativement réduite, ces

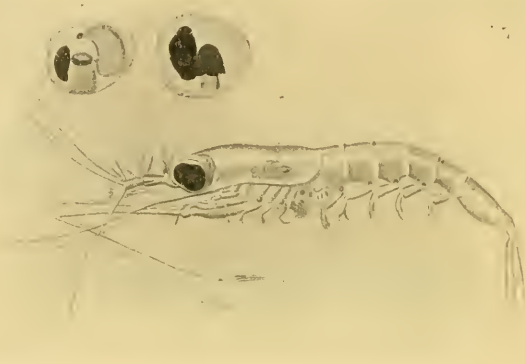


Fig. 6. — *Nematoscelis mantis*, Chun, un Schizopode bathypélagique présentant des organes lumineux arrondis à la base des pattes et d'autres enchâssés dans l'œil, ce dernier représenté en dessus.

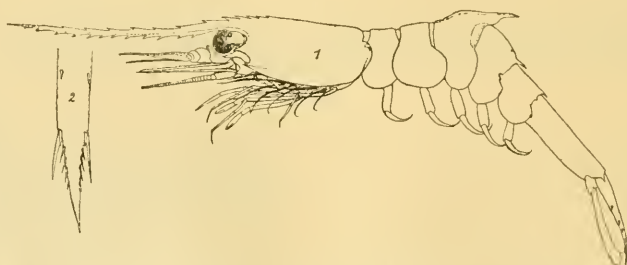


Fig. 7. — *Systellaspis Bouvieri*, Coutière, Acanthéphyridé pris aux Açores par la "Princesse-Alice". (Long. 35 mm.)

Crustacés ressemblent à des ampoules transparentes que meuvent et dirigent les pattes nata-toires de la région caudale. On en connaît huit espèces, dont quatre ont été capturées par la *Prin-*

¹ Les autres *Gennadas* offrent les mêmes caractères ; ils sont représentés dans nos régions par d'assez nombreuses espèces (*G. Alicei*, *G. Tinayrei*, etc.), pour la plupart découvertes au cours des campagnes de 1904 et 1905.

cesse *Alice* au cours de ses deux dernières campagnes; ces huit espèces réunies ne sont guère représentées que par vingt spécimens, ce qui donne une idée de la variété du genre, de sa pauvreté en individus, et aussi de l'efficacité du filet Richard. L'une de ces espèces est remarquable entre toutes par la dilatation transversale de sa carapace, qui est beaucoup plus large que longue; je lui ai donné le nom d'*Eryoneicus Alberti* (fig. 8), en l'honneur du Prince qui l'a découverte. C'est en pleine région des Sargasses que le filet vertical nous rapporta cette jolie capture,



Fig. 8. — *Eryoneicus Alberti*, Bouv., capturé dans la mer des Sargasses par la "Princesse-Alice" entre la surface et 2000 mètres. (Légèrement grossi.)

après une course comprise entre 2.000 mètres de profondeur et la surface.

Quand le filet arrive à bord, on en déverse le contenu dans des bacs de verre disposés sur une table, et c'est alors que commence l'examen des animaux capturés. Au premier coup d'œil, on aperçoit les Décapodes et les

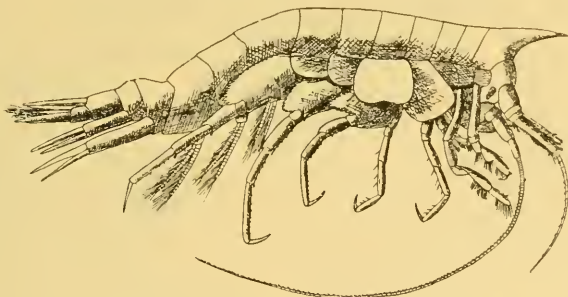


Fig. 9. — *Cyphocaris Richardi*, Chevreux, Amphipode bathypélagique pris aux Açores par la "Princesse-Alice". (Long. 12 mm.)

grands Schizopodes, d'un rouge vif uniforme pour la plupart, mais dans certains cas aussi incolores et hyalins, avec des parties noires ou purpurines. Très nombreux, mais beaucoup moins colorés, ap-

et 10) ou Crevettines, les *Gigantocypris* noirs, qui sont des Ostracodes relativement énormes, et la foule grouillante des Copépodes de la famille des Calanides. Ces derniers sont toujours fort abondants; très variés comme espèces, ils constituent pour une grande part le plankton pélagique et bathypélagique. En général, leur taille est petite et leur coloration très diverse, encore que certains d'entre eux, les *Macrocalanus* notamment, atteignent un centimètre de longueur et présentent une belle teinte rouge, uniforme. très caractéristique des

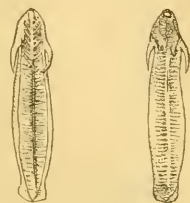


Fig. 11. — *Nectonemertes Grimaldii*, Joublin, Némerte bathypélagique, de couleur jaunâtre, capturée au large des Açores par la "Princesse-Alice". — A gauche, face ventrale; à droite, dorsale. (Gr. nat.)

espèces bathypélagiques.

A cela ne se bornent point, tant s'en faut, les surprises que nous réserve le filet vertical. Voici des Annélides polychètes nageuses qui progressent entre deux eaux par mouvements ondulatoires; les uns sont d'un

beau jaune et assez longues, les autres plus courtes, incolores et absolument hyalines. Ces dernières appartiennent au genre *Tomopteris*; elles sont remarquables par la longueur démesurée de leurs parapodes, qui ressemblent à de longs pieds, et par les grandes dimensions de leurs antennes filiformes. En voyant ces animaux, on saisit la valeur de l'hypothèse qui rattache aux Annélides les formes primitives du groupe des Crustacés: que la mince couche chitineuse des *Tomopteris* augmente en épaisseur, elle devra se briser en articles pour permettre les mouvements, et le type Arthropode sera réalisé. Voici d'autres Vers plus étranges dans ce milieu, parce qu'ils ont coutume de se tenir sur le fond; ils appartiennent au groupe des Némertes et constituent les genres *Nectonemertes* (fig. 11) et *Pelagonemertes*; les uns sont rouges et allongés, les autres marbrés de noir avec des contours cordiformes, certains jaunâtres et semblables à des poissons (fig. 11); tous présentent



Fig. 10. — *Streetsia Stebbingi*, Chevreux, un autre Amphipode des profondeurs. (Gr. 4 fois.) — Les yeux de cette espèce sont énormément développés.

paraissent ensuite les petits Schizopodes pélagiques, assez semblables à de menues Crevettes. Puis on voit tournoyer çà et là des Amphipodes (fig. 9

une longue trompe, le plus souvent dévaginée, qui fait saillie à l'extrémité antérieure du corps. Dépourvus de parapodes, ces animaux doivent se déplacer par des mouvements ondulatoires. Les Pélagonémertes comptent parmi les représentants les plus rares de la faune bathypélagique, et l'on doit considérer comme un résultat sans égal d'avoir pu en capturer cinq individus (représentant cinq espèces nouvelles) au cours de la dernière campagne.

Si le filet Richard nous plonge parfois dans de sérieux embarras. Nous parvenons à ranger dans le groupe des Géphyriens un Ver bizarre qu'il nous rapporte, mais souvent aussi nos connaissances zoologiques sont en défaut. C'est l'humiliante aventure qui nous arrive en présence de trois espèces différentes, molles, contractiles et dépourvues d'appendices; à quel embranchement du règne animal faut-il rapporter ces animaux problématiques? Sont-ce des Vers ou des Mollusques? Nous n'arrivons pas à le savoir, car le roulis du bateau ne permet guère une étude approfondie. Les zoologistes, à terre, résoudront sans doute cette curieuse énigme.

Dans le groupe des Mollusques, la faune bathypélagique est représentée par d'assez nombreux Pteropodes, les uns plutôt abondants, comme les Créséïs et les Ilyales, les autres rares et voisins des Pneumodermes. Bien plus communs devront être les Céphalopodes; mais ces animaux sont rapides: ils échappent même au filet Richard, et il faudrait un engin à ouverture plus grande

Fig. 12. — *Taonius pavo*, Lesueur, réduit au quart.

encore pour être à même de les capturer à coup sûr. Dans ce but, le Prince avait imaginé un filet de 80 mètres, dont l'entrée devait être maintenue béante par un jeu de quatre plateaux; nous fîmes l'essai de cette gigantesque machine qui encombrait tout le pont du navire; mais les plateaux ne fonctionnèrent pas convenablement et le filet revint à bord un peu disloqué, sans la moindre récolte. En présence de cet échec fâcheux qui réduisait à néant le bénéfice d'un long et dispendieux effort, le Prince ne manifesta pas le plus léger dépit: il disputa simplement le mécanisme des plateaux, envisagea les modifications qu'il conviendrait d'y

apporter, et, dès l'instant, prépara le succès d'une campagne prochaine.

En attendant cette revanche, qui promet de frappantes découvertes, il fallut nous contenter d'un petit nombre de Céphalopodes bathypélagiques, à vrai dire tous rares et fort curieux. Plusieurs furent capturés à la surface, épaves plus ou moins inertes échappées à la poursuite des grands Cétodontes; c'est ainsi que nous fîmes main basse, au voisinage de



Fig. 13. — *Leachia cyclura*, Lesueur. — Moitié antérieure, vue du côté ventral pour montrer les petits organes lumineux sphériques réunis en cercle autour des yeux. (Gross. 2 fois.)

Saô-Miguel, sur un certain nombre de *Leachia cyclura* (fig. 13) encore assez actifs, et que plusieurs *Taonius pavo* (fig. 12) nous apparurent sans mouvement vers les parages des Sargasses. Ces deux sortes de Céphalopodes ont le corps allongé des Calmars, mais ils s'en distinguent l'un et l'autre par des traits bien caractéristiques: le premier par ses yeux saillants entourés d'un cercle d'organes lumineux, le second par ses taches colorées qui ressemblent aux ocelles des plumes de Paon, et par sa couronne de bras qui est remarquablement courte. Comme tous les Céphalopodes bathypélagiques, ces animaux

appartiennent au groupe des espèces nageuses et, comme ces dernières, présentent deux longs tentacules en plus des huit bras de leur couronne céphalique. Un jour, en remontant une nasse déposée à 3.000 mètres de profondeur, nous trouvâmes enroulés sur le câble de l'engin deux tentacules encore vivants, dont le propriétaire vraisemblable fut rapporté par la nasse elle-même, privé de ses deux organes. Nous étions en présence d'un merveilleux *Mastigoteuthis* violacé, au long corps terminé par une nageoire caudale arrondie; et il nous fut possible d'examiner à loisir, sur les très curieux tentacules du spécimen, les innombrables et minuscules ventouses qui, semblables à des filaments un peu renflés, sont caractéristiques du genre *Mastigoteuthis*. Une autre fois, le chalut à plateaux, en remontant à la surface, recueillit un Céphalopode hyalin et finement allongé qui présentait de nombreuses taches rouges et, sur la tête, des yeux pédonculés munis chacun de deux organes lumineux; c'était le représentant d'une forme inconnue, sur laquelle l'habile sagacité de mon excellent collègue du Muséum, M. Joubin, s'exerce actuellement. Le chalut à plateaux et le filet vertical nous rappor-

tèrent également des Céphalopodes d'un tout autre type, les *Cirrotheuthis* (fig. 14), dont le corps est trapu, arrondi en arrière, et muni latéralement de deux ailerons obtus et très saillants. Moins élégants que les autres Céphalopodes bathypélagiques et sûrement aussi moins actifs, ces animaux nous frappèrent davantage à cause de leur coloration noire et de la faible consistance de leurs tissus. Au surplus, ce dernier caractère, diversement accentué, semble être un des traits assez généraux de la faune de profondeur: la musculature perd de sa densité, l'organisme devient très aqueux, et l'animal prend un aspect gélatiniforme toutes les fois qu'il n'est pas protégé par une enveloppe solide. Plus que tous les autres Céphalopodes, les *Cirrotheuthis* présentent ces caractères à un remarquable degré.

Les Céphalopodes occupent une des premières places parmi les grands habitants des mers, et, à ce point de vue, rivalisent même avec les Poissons. On ne saurait douter que certains navigateurs en aient rencontré de gigantesques: Verriil a observé que les grands Céphalopodes ne sont pas rares au voisinage de Terre-Neuve, et l'on a capturé dans les parages de la Nouvelle-



Fig. 14. — *Cirrotheuthis umbellata*, P. Fischer, réduit au quart.

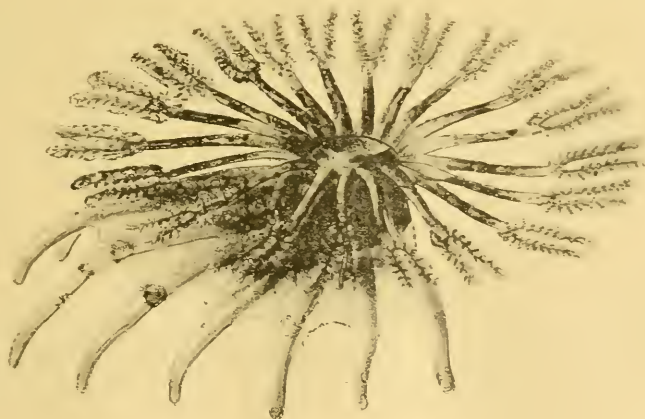


Fig. 15. — *Pelagothuria Bouvieri*, Hérourard, Holothurie bathypélagique capturée par la "Princesse-Alice". (Gr. nat.)

Zélande un *Architeuthis* qui mesurait 17 mètres de longueur, les tentacules étalés. Durant la campagne, nous eûmes la satisfaction d'apercevoir, mais non de prendre, un assez volumineux représentant du groupe; c'était le 28 août, au pied du cratère de Sete Cidades, dans l'île Saõ-Miguel : sous les rayons du projecteur électrique disposé

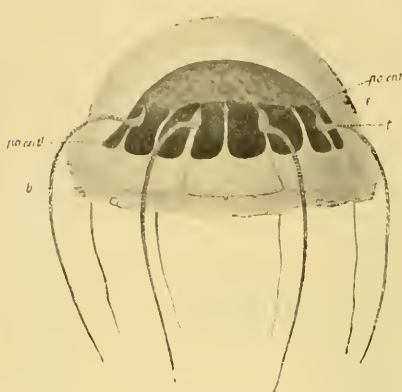


Fig. 16. — *Eginura Grimaldii*, Maas, Méduse prise par le Prince de Monaco à 781 m. de profondeur. (Grossie.)

pour la pêche, nous vîmes apparaître un Céphalopode presque cylindrique, dont le corps avait pour le moins un mètre de longueur, sans compter les tentacules. L'animal resta quelques minutes à la surface, dans une immobilité à peu près complète, mais il ne nous laissa pas le temps de le harponner et s'évanouit dans les profondeurs.

J'ai dit plus haut que les Céphalopodes bathypélagiques viennent flotter à la surface quand ils ont subi quelque lésion ou quand leur vitalité diminue. Cette particularité doit s'étendre à d'autres animaux qui habitent les mêmes milieux et certainement, comme



Fig. 17. — *Spinax niger*, Bonap. Long. moyenne : 1 m.)

on va le voir, aux Echinodermes du genre *Pelagothuria* (fig. 15). Un jour de beau calme, pendant que le yacht était immobilisé dans la mer des Sargasses pour une pêche sur le fond, le Prince voulut étudier la faune superficielle du voisinage et, dans ce but, organisa une promenade en youyou. Après deux ou trois heures de recherches, le canot apportait à bord une récolte assez riche : des embryons de Poissons volants, des Cydippes, des Physalies, et un animal teinté de

brun et de violet, que nous primes tout d'abord pour une grande Méduse et ensuite pour une Actinie flottante. Nous étions loin de la vérité, mais aussi, quel organisme énigmatique ! Qu'on se figure une sorte de tronc de cône obtus, fortement teinté de brun et muni d'une double couronne de longs tentacules violets (fig. 15), les uns délicatement arborescents, et groupés en cercle autour de la bouche, à la grande base du cône, les autres simples, de plus grande taille, et réunis au-dessous des premiers par une sorte de grande ombrelle hyaline. Comment reconnaître, dans la gracieuse créature flottante, une forme du groupe des Holothuries, dont les espèces normales sont toutes rampantes et localisées sur les fonds ! Et pourtant, notre animal appartenait bien réellement à cette classe; c'était un représentant du genre *Pelagothuria*, qui fut découvert par M. Agassiz dans le Pacifique et retrouvé depuis par la *Valdivia* dans l'océan Indien. Les Pelagothuries sont les seuls Echinodermes qui, à l'état adulte, passent leur existence entre deux eaux ; elles doivent être d'une rareté extrême, car on n'en connaît qu'un très petit nombre de spécimens. Ceux d'Agassiz, un peu endommagés, furent pris à la surface, comme l'exemplaire de la *Princesse-Alice*; mais il est certain que les Pelagothuries appartiennent à la faune bathypélagique, car elles ont les teintes brunes et violettes si communes chez les représentants de cette faune, et, d'ailleurs, les spécimens de la *Valdivia* furent capturés par le filet vertical entre 800 et 1.000 mètres de profondeur.

Ce sont également les teintes brunes et violettes, quelquefois remplacées par du rouge, et presque toujours associées à des tissus incolores et hyalins, qui font reconnaître les espèces bathypélagiques

de l'embranchement des Polypes. Abstraction faite d'une Actinie flottante relativement commune, ces espèces sont

représentées surtout par des Siphonophores et des Méduses. Il existe certainement dans les profondeurs des Siphonophores très complexes et de grande taille, mais ces animaux ne nous revinrent jamais intacts, et le yacht n'en recueillit que des fragments volumineux qui se trouvaient enchevêtrés dans les mailles des filets ou enroulés autour des câbles.

Nous ne fûmes pas plus heureux avec un très grand Polype brun, qui paraît assez répandu dans les profondeurs, et que nous rapportons avec doute

au groupe des Méduses. Quant aux Méduses de | nombreuses, et quelques-unes très remarquables; petite taille, elles entrent pour une grande part dans la faune bathypélagique et présentent une variété extrême. Beaucoup sont hyalines et presque incolores, avec des taches rouges vers le centre de l'ombrelle qui est cubique, en forme de longue cloche, ou quelquefois assez largement étalée (fig. 16); d'autres paraissent totalement brunes, et il faut un examen minutieux pour apercevoir la couche de fin cristal incolore qui les enveloppe. Dans l'un et l'autre | notre compagnon M. Tinayre peut seul tenter



Fig. 18. — La nasse, au moment où elle est ramenée à bord de la "Princesse-Alice". (D'après une photographie de M. Tinayre.)

au premier, appartiennent deux jolis spécimens en forme de cloche, qui présentaient un manubrium simple, démesurément allongé; au second, une bizarre Méduse brune dont le voile cristallin se dilatait en quatre ballons symétriquement disposés.

Mais comment décrire ces formes élégantes et délicates; les Méduses sont les bijoux du monde bathypélagique et le pinceau de

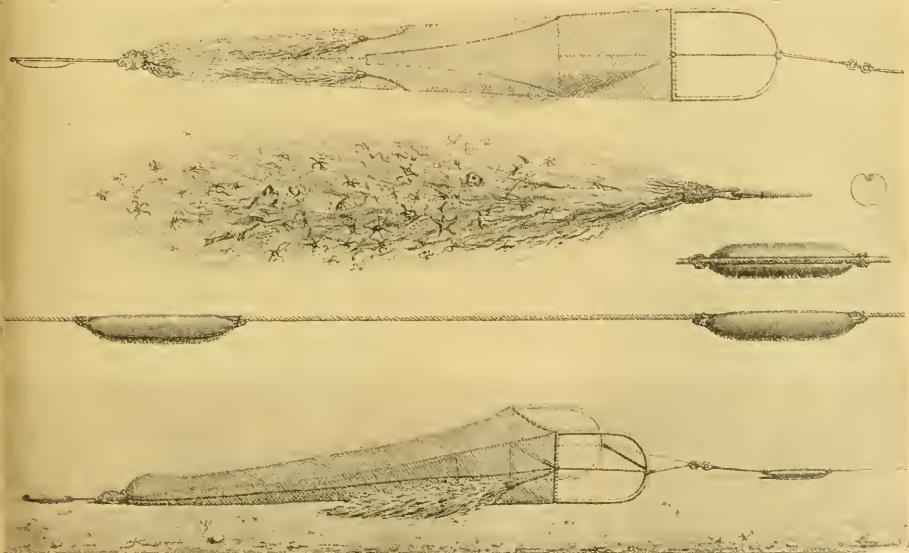


Fig. 19. — Le chalut à étrier. — En haut, chalut vide avec ses fauberts et son empêche conique; au milieu, un faubert dont les filaments d'étoupe retiennent des organismes marins, puis les poids de lest; en bas, le chalut trainant sur le fond.

de ces deux groupes, les espèces recueillies furent | d'en rendre les splendeurs magnifiques.

III

Je veux maintenant parler de la pêche au palangre, qui sert à capturer les Poissons de faible profondeur et ceux qui se tiennent entre deux eaux ou au voisinage du fond. Le palangre est une ligne démesurément longue, qui reste fixée au bord par l'une de ses extrémités, descend en arc jusqu'au fond de la mer et revient à la surface par l'autre bout que maintient un flotteur en forme de cerf-volant; il porte plusieurs centaines de gros hameçons situés à deux mètres les uns des autres, tous soigneusement appâtés. On retire l'engin après quelques heures d'immersion en commençant, bien

600 mètres (au sud de Punta Delgada), la quatrième sur le banc de la *Princesse-Alice* par 83 mètres de profondeur. Les trois premières opérations furent peu fructueuses, mais singulièrement attirantes. Rien

n'est plus captivant que la remontée du palangre lorsque la tranquille obscurité nocturne s'est étendue sur l'Océan : des profondeurs ténébreuses on voit surgir des escarboucles luisantes qui se rapprochent peu à peu et apparaissent bientôt comme les yeux brillants des Squales capturés; cela rappelle nos Félin, mais avec

je ne sais quoi de plus profond et de fascinateur, dont les Squales de nos côtes donnent une idée très bonne. Nous primes surtout au palangre deux

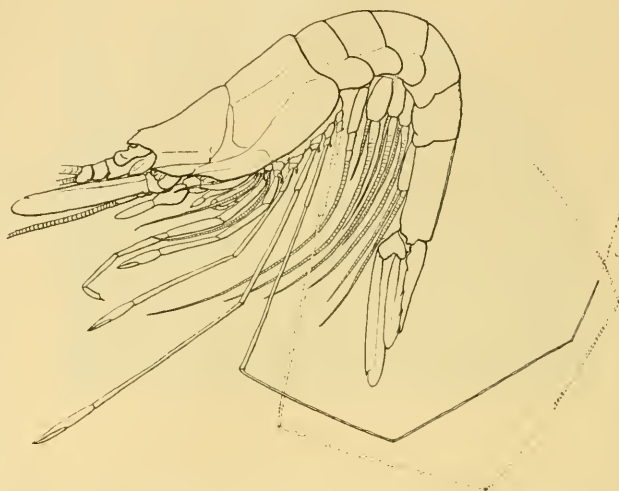


Fig. 20. — Une Crevette de grands fonds, le *Benthoseius longipes* Bouv., espèce nouvelle capturée aux îles du Cap Vert par la "*Princesse-Alice*" sur un fond de 3.890 mètres. (Gr. nat.)



Fig. 21.

Fig. 21. — *Uroptychus (Diptychus) nitidus* Edw. et Bouv., Galathéide abyssal vivant sur les grands fonds. (Gr. nat.)



Fig. 22.

Fig. 22. — *Laspognathus Thomsoni* A. M. Edw., crabe des grandes profondeurs. (Gr. nat.)

entendu, par le bout amarré au bord. Nous fîmes quatre pêches au palangre, trois dans les eaux des Açores, par des fonds de 2.000 mètres (à l'ouest de Saô-Miguel), 1.229 mètres (à l'ouest de Flores) et

espèces de Squales, le *Centrophorus calceus* et le *Spinax niger* (fig. 17), dont le tapis oculaire a des rellets jaunes; un charmant petit Requain aux yeux verts, une Brême identique à l'espèce de nos

côtes (*Pagellus centrodontus*) et un animal du groupe des Anguilles, le *Synphobranchus*, qui

habite les fonds. Sur le banc de la *Princesse-Alice*, par 83 mètres de profondeur, la pêche fut totalement infructueuse, et ce fait mérite d'être signalé, car le banc se montra singulièrement riche et poissonneux quand le Prince en fit la découverte, il y a quelques années. A quoi faut-il attribuer cette dépo-

pulation curieuse, déjà observée au cours de la précédente campagne? Peut-être aux phénomènes volcaniques sous-marins qui ont accompagné

la catastrophe de la Martinique, le câble sous-marin fut brisé et fondu au voisinage de Fayal, c'est-à-dire non loin du banc de la *Princesse-Alice*.

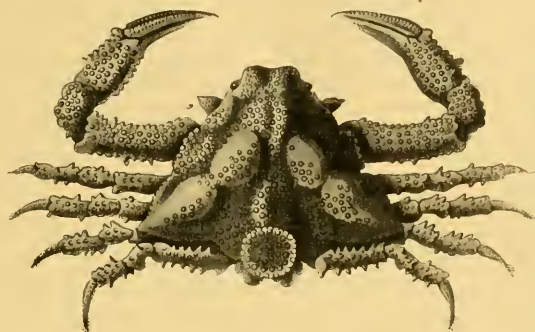


Fig. 23. — Un Crabe des grands fonds, le *Merocryptus boletifer*; Edw. et Bouv. (Grossi 4 fois.)

IV

Cette perturbation apportée dans le régime de la faune ichthyologique ne saurait avoir une longue durée, car les hauts fonds ressemblent aux côtes et sont, comme elles, peuplés par de nombreux Pois-

sons. En allant du Cap Spartel à Madère, le Prince fit jeter quelques lignes sur le banc Seyne, en des points où la sonde marquait 185 mètres; et nous vîmes revenir en assez grand nombre les espèces qui avoisinent le littoral, des *Sebastes* rouges, des Raies marbrées et des *Polyprion* ou mérous, les mêmes qui accompagnent les épaves. Sur les fonds abyssaux, par contre, la faune ichthyologique est toujours très pauvre et limitée à des espèces toutes spéciales, colorées en noir. C'est ainsi que la nasse (fig. 18), à l'ouest de Flores, nous rapporta 2 *Synphobranchus* et 30 *Simenchelys*, Poissons abyssaux qui appartiennent au groupe

des Anguilles, et qui arrivaient à la surface légèrement déformés par la dilatation des gaz de leur vessie natatoire. Le même coup de nasse nous rapporta une magnifique Crevette abyssale, l'*Hetero-*



Fig. 24. — Un Polype arborescent, le *Cladocarpus Sigma*. (Grandeur naturelle.)

l'éruption de la Montagne Pelée. Ces phénomènes, en effet, ne sont pas rares dans la région des Açores, et l'on sait qu'à l'époque où se produisit



Fig. 25. — *Plumarella Grimaldii*, Studer, colonie de Polypes, capturée aux Açores par le Prince de Monaco. (Grandeur naturelle.)

carpus Grimaldii, déjà capturée au cours des campagnes antérieures et aussi par le *Talisman*.

La pêche au chalut (fig. 19) nous donna divers



Fig. 26. — *Euplectella*, éponge siliceuse abyssale. (Réd. au 1/3.)

Crustacés, qui se déplacent sur les grands fonds : l'*Hepomadus tener*, qui est un Pénéide des plus rares, plusieurs Bernard l'Ermite, entre autres le *Catapagurus gracilipes* et le *Parapagurus abyssorum*, deux Galathéides abyssaux : l'*Uroptychus nitidus* (fig. 21) et le *Munida Sancti Pauli*, et plusieurs Crabes caractéristiques des mêmes niveaux : la *Bathynectes superba*, qui est d'un beau rouge comme les espèces précédentes, la *Scyramathia Carpenteri*, le *Lispognathus Thomsoni* (fig. 22) aux pattes longues et grêles, et le charmant *Ergasticus Clouei* dont la carapace est délicatement ornée de tubercules grêles. Toutes ces espèces sont connues depuis les campagnes déjà anciennes du *Challenger* et du *Talisman*; elles furent accompagnées dans nos pêches par des Macroures aveugles de la famille des Eryonides : la *Willemoesia forceps* et divers *Polycheles*, entre autres une espèce nouvelle que j'ai appelée *Polycheles eryoniformis*, parce qu'elle ressemble, plus que toute autre, aux Eryons fossiles des terrains jurassiques. Sur les fonds abyssaux vivent également les Galathéides aveugles du genre *Munidopsis*; mais nous n'en primes pas au cours de cette campagne, qui fut bien moins consacrée au chalut qu'à la pêche bathypélagique.

C'est au voisinage de Madère que le chalut nous rapporta la plus riche récolte : des Polypiers arborescents de la famille des Gorgones (fig. 24 et 25), des Aleyonnaires, des Actinies fixées, plusieurs Eponges siliceuses (fig. 26 et 27), des Holothuries, des Ophiures, des Astéries, sans compter la plupart des Crustacés précédents. Nous fîmes moins heureux aux Açores, car ces parages très riches sont singulièrement tourmentés à cause de leur nature volcanique, et souvent ils gardèrent nos engins de fond ou ne nous les rendirent que

vides et absolument déchirés. A l'ouest de Flores, pourtant, sur un fond de 1.200 mètres, couvert de Madrépores caliciformes ou arborescents, le chalut nous rapporta une quantité d'Eponges siliceuses dont le squelette de verre filé soumit nos mains à une rude épreuve, des Brachiopodes, des Gastéropodes du genre *Pleurotome*, diverses Crevettes de fond, et plusieurs *Brisinga* qui sont des Etoiles de mer abyssales à longs bras et à disque très réduit.

Quand le chalut a été traîné sur un fond de vase, il revient à bord surchargé, avec ses captures enfouies dans une boue épaisse qui rend toute recherche impossible. Il faut déverser le contenu de l'engin dans la partie supérieure d'une haute cuve divisée en trois étages par trois tamis superposés. On amène un fort courant d'eau sur la masse qui est supportée par le tamis, le plus grossier; les éléments fins passent sur les deux autres cribles, dont les mailles sont de plus en plus étroites, puis la vase est entraînée dans la mer, ayant abandonné aux cribles tous ses organismes mécaniquement triés. Alors seulement intervient le naturaliste, qui

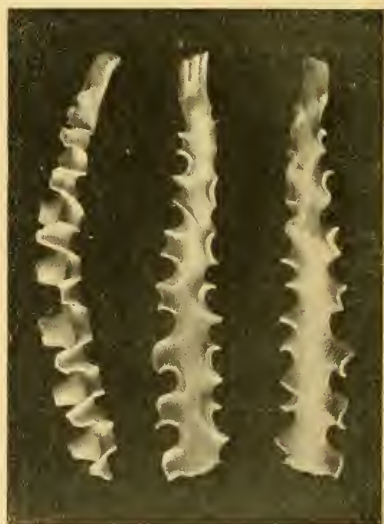


Fig. 27. — *Ferreca occa*, Topsent, éponge siliceuse trouvée aux Açores par le Prince de Monaco.

fait généralement une bonne récolte parmi ces matériaux arrachés au fond de l'Océan et propres désormais aux recherches zoologiques.

E.-L. Bouvier,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

L'OR DANS LE MONDE ET SON EXTRACTION

PREMIÈRE PARTIE : ÉCONOMIE ET RÉPARTITION DE LA PRODUCTION AURIFÈRE

Le développement énorme de l'extraction aurifère est certainement un des traits caractéristiques de l'industrie minière à notre époque. Tandis que, sur les tableaux statistiques, les courbes repré-

considérés individuellement, la même forme, plus ou moins accentuée, avec une persistance curieuse, depuis quelques années, à se suivre, à se serrer de près dans leur développement. Depuis 1893, c'est,

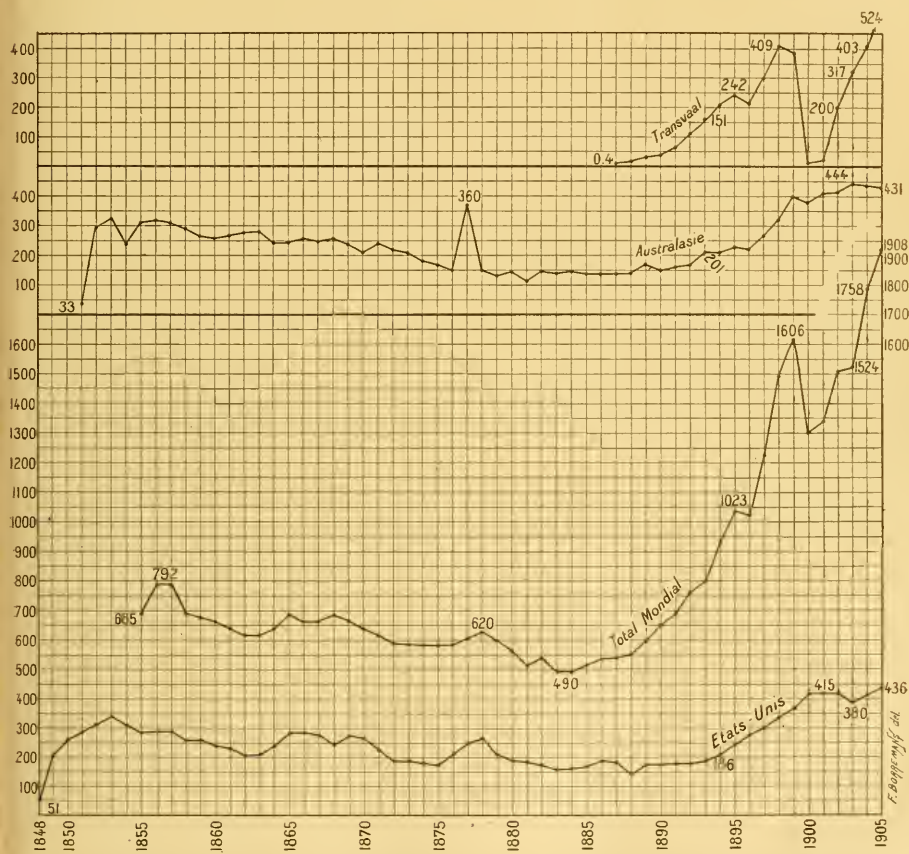


Fig. 1. — Production de l'or dans les trois principaux pays : Transvaal, États-Unis, Australasie, et total mondial.

sentatives de la production ont, pour la plupart des autres métaux, une allure assez paisible, avec une tendance ascensionnelle plus ou moins rapide, celle de l'or se rapproche hardiment de la verticale, et, quand on distingue sur les graphiques les grands pays producteurs, on retrouve, pour les trois principaux, Transvaal, États-Unis, Australasie,

entre ces trois pays, une sorte de steeple à bride abattue, où tantôt l'un, tantôt l'autre tient la corde : course un moment interrompue pour l'Afrique du Sud par la guerre du Transvaal, mais un moment seulement ; car déjà, en 1905, le Transvaal a repris la prééminence. Les chiffres approximatifs, que l'on peut donner provisoirement pour cette année 1905,

sont les suivants : Transvaal, 524 millions ; Australasie, 432 millions ; Etats-Unis, 436 millions¹.

Au total, on voit que ces trois pays produisent à eux seuls, dès aujourd'hui, 1,392 millions de francs d'or par an, soit 72 % de la production mondiale, qui s'élève à 1,908 millions. Dès cette année 1906, on aura atteint 2 milliards. Sur le reste de la production, quatre pays fournissent un chiffre encore important : Russie et Sibérie, 121 millions ; Mexique, 68 millions ; Canada, 73 millions ; Inde, 59 millions. Tous les autres n'ont qu'une importance secondaire.

Une industrie qui, en 1884, ne produisait pas 500 millions par an et qui va arriver à 2 milliards, se place, comme chiffre de rendement, avant toutes les autres industries métallifères, le fer excepté. L'argent, qui ne dépasse guère 450 millions (472 millions en 1903), joue, à côté de l'or, un rôle très restreint.

Ce mouvement si singulier a des causes et des conséquences qu'il peut être intéressant d'examiner. Il comporte, de plus, des progrès rapides dans la connaissance des gisements aurifères ainsi que dans les méthodes d'extraction industrielles : progrès qui rendent déjà les descriptions datant seulement de dix ans tout à fait démodées. Sur ces diverses questions, je voudrais essayer ici un travail de mise au point, qui devra nécessairement, vu le caractère de ce recueil, rester dans des généralités assez brèves.

I. — ÉTUDE ÉCONOMIQUE DE L'INDUSTRIE AURIFÈRE. CAUSES ET CONSÉQUENCES DE SON DÉVELOPPEMENT.

Parmi les causes du développement de l'industrie aurifère, je rappellerai bientôt la prise de possession de la Terre par l'expansion coloniale, et je dirai alors quelles limites le mouvement peut rencontrer dans ce sens. Mais il intervient aussi, et peut-être à un degré supérieur, un facteur économique. En dehors du mirage, de la fascination plus ou moins raisonnée qu'exerce sur les esprits le brillant métal, l'industrie de l'or a cela de très sérieusement tentant que, seule entre toutes, elle n'a pas à s'occuper de la vente de son produit. Ce produit s'écoule (tout au moins apparemment) en quantités illimitées et à un prix immuable. Aucun aléa pour les débouchés ; aucune incertitude pour l'établissement du revenu brut ; aucune nécessité d'organisation commerciale. Sans doute, il y a là quelque chose d'un peu illusoire ; car une surproduction momentanée de l'or, qu'il n'est pas para-

doxal d'envisager malgré son rôle d'unique étalon monétaire, se traduirait par un renchérissement universel de la vie et, par conséquent, par un accroissement du prix de revient. Mais, outre que cette circonstance est encore loin de se réaliser, il est évidemment plus facile pour un industriel de faire entrer en ligne de compte dans ses calculs un prix, quel qu'il soit, des matières premières et de la main-d'œuvre, prix immédiatement connu et soumis seulement à des fluctuations lentes, que d'avoir à compter sur les brusques à-coups, sur les « booms » et les « krachs » par lesquels le prix de tout autre autre métal, le cuivre, par exemple, se trouve brusquement et du jour au lendemain modifié. L'exploitant d'or a le droit, en principe, « de compter sur la vente assurée de sa marchandise, et l'économiste seul peut avoir à se préoccuper de ce qui arriverait le jour où le monde serait saturé de cette substance précieuse, qui est en somme une marchandise comme une autre, qu'on l'applique aux industries de luxe ou à la monnaie, si, à ce moment, la production de l'or conservait la même tendance à s'accroître. »

Dans cet ordre d'idées, on doit remarquer que les grands besoins d'or actuels sont surtout la conséquence de la prise de possession du monde par la civilisation européenne, et des relations internationales de plus en plus serrées qui exigent une monnaie commune ; le rapide essor de la production est le résultat du même phénomène : les champs d'or les plus riches étant découverts dans ces pays nouveaux, ou mis en valeur dans des pays plus anciens grâce aux progrès généraux du pays, notamment à ceux des moyens de transport ou d'accès, il est donc à présumer que, la cause des deux faits étant la même, leur modification se produira à peu près simultanément dans le même sens : c'est-à-dire que, à l'époque où tous les pays seront gorgés d'or, les découvertes retentissantes de champs d'or nouveaux se trouveront, en même temps, devenir de plus en plus rares. Quoi qu'il en soit de cet avenir, sans doute assez lointain encore, le rôle de l'or comme étalon monétaire est, comme je le disais en commençant, un facteur important de son industrie. A cet égard, il s'est produit, depuis une quinzaine d'années, une transformation notable.

Dans un article paru ici même il y a onze ans², c'est-à-dire au moment où a commencé cette étonnante poussée de la production aurifère, je m'étais attaché à combattre la théorie, alors très puissamment soutenue, du bimétallisme, en montrant comment l'argent me paraissait, en tant que métal moné-

¹ On peut remarquer que la courbe de l'argent avait eu, de 1850 à 1892, une allure analogue, jusqu'au moment où elle a atteint ce qu'on pourrait appeler son étiage et est restée stationnaire.

² *L'avenir géologique de l'or et de l'argent. Conséquences économiques et sociales* (30 avril 1895).

taire, définitivement condamné, et combien il était dangereux pour la France de prétendre en soutenir artificiellement le cours. Aujourd'hui, cette opinion est, je crois, admise à peu près de tous et il n'est plus nécessaire de la défendre : l'essor de la production argentifère a eu beau, depuis ce moment, s'arrêter par suite de la dépréciation du métal blanc (5.291.000 kilogs en 1903 contre 3.632.000 en 1895), tandis que celle de l'or quadruplait comme nous l'avons vu : le prix moyen de l'argent ne s'est pas relevé d'une façon appréciable ; lui aussi demeure, avec des oscillations légères, à peu près immobile. Le prix de revient minimum de l'argent estimé en or, que l'on évaluait en 1895 de 75 à 85 francs le kilog, ne s'est pas sensiblement modifié, le pouvoir d'achat de l'or n'ayant pas subi de changement durable et aucune grande découverte métallurgique n'ayant eu lieu ; ce prix de revient continue à déterminer la limite d'exploitabilité des minerais et à restreindre, par conséquent, la production du métal, qui, faute de découvertes géologiques nouvelles, ne s'est pas accrue : les pays neufs, d'où vient le grand afflux d'or actuel et d'où viendra certainement aussi de l'argent plus tard, ne sont pas encore arrivés à la phase de l'exploitation argentifère¹.

En ce qui concerne cette valeur relative de l'or, dont l'estimation est toujours délicate, et les débouchés de ce métal, il s'est produit depuis dix ans, en dehors des mouvements normaux, quelques grands faits politiques, dont l'influence plus ou moins directe a eu et aura encore bientôt son retentissement sur la question de l'or pour contrarier l'évolution normale de son industrie, diminuer sa production et augmenter ses débouchés, et qu'on ne saurait donc passer sous silence.

Le premier de ces faits a été la conquête du Transvaal par les Anglais. Cette conquête, que les financiers sud-africains avaient, avec plus ou moins de sincérité, réclamée, favorisée ou encouragée dans l'intérêt prétendu de leur industrie, a, comme on finit par s'en rendre trop bien compte aujourd'hui et comme il était facile de le prévoir, paralysé pour longtemps son essor. Tout d'abord, on a vu l'arrêt complet des mines pendant les deux ans qu'a duré la guerre, annoncée comme une simple promenade militaire, et les destructions d'installations ou d'usines (heureusement assez restreintes) qui en ont été la conséquence. Mais surtout le prix de revient, qui devait si bien s'abaisser avec ce change-

ment de régime, est, impôts compris, resté à peu près le même malgré tous les progrès techniques réalisés. Au lieu des faibles taxes du Gouvernement boer, contre lesquelles on menait une campagne si bruyante, il a fallu payer la lourde et coûteuse administration anglaise ; les charges sont devenues plus fortes² ; les nègres ont perdu l'habitude de travailler aux mines, et l'idée, bizarrement impraticable, que l'on a eue un moment de réduire tout à coup leurs salaires par un coup d'autorité, a amené une disette de main-d'œuvre à laquelle on n'a pu remédier que par l'introduction d'une main-d'œuvre chinoise, qui a donné, tout au moins au début, bien des déboires. On peut dire³ que la valeur des mines d'or du Transvaal s'est trouvée, par l'ensemble de ces faits, réduite d'un tiers à un quart. Enfin, les frais énormes de la guerre ont amené, sur le marché anglais, une rarefaction des capitaux et une dépréciation des valeurs, qui a eu un contre-coup fatal sur le marché européen. Le marasme qui en résulte pour l'Afrique du Sud a donc paralysé la mise en valeur des gisements nouveaux, dont quelques-uns sont déjà reconnus, et l'exploitation des masses énormes de minerais pauvres, qui feront la richesse future du pays. Pour toutes ces causes, la guerre du Transvaal, en diminuant la production de l'or dans le monde, a faussé momentanément la loi d'évolution économique, qui préside à l'industrie de l'or. L'afflux d'or, sur lequel on s'était habitué à compter, a manqué tout à coup, en même temps que des besoins d'or se faisaient sentir pour payer les frais de la guerre. On vient de voir une disette monétaire telle qu'il ne s'en était pas produit depuis quinze ans. L'or a donc, si l'on peut ainsi parler, augmenté de valeur : ce qui s'est traduit, comme je le rappellerai plus loin, par un relèvement de l'intérêt, par un abaissement des principaux titres mobiliers, changement accru pour certains d'entre eux, diminué pour d'autres, par des causes incidentes, par exemple, pour la France, par les causes politiques et fiscales qui ont fait arbitrer nos titres nationaux en faveur de certains titres étrangers⁴.

Ce n'est pas le seul fait de ce genre dont l'intervention se soit manifestée ou qui doive exercer son influence dans un délai restreint. Il faut encore compter avec la brusque transformation de l'Extrême-Orient, résultant des guerres successives du Japon contre la Chine, des Européens contre les Chinois après l'insurrection des Boxers, enfin du

¹ L'argent, cessant en ce moment d'être employé comme étalon monétaire, subit de ce chef une dépréciation momentanée ; lorsqu'il ne sera décidément plus qu'un métal industriel, on verra ses emplois s'accroître avec l'enrichissement général et, par suite, une demande plus forte entraîner un relèvement de son prix, ou du moins un accroissement de son extraction.

² La taxe nouvelle de 10 % sur le bénéfice net a représenté en 1904 plus de 10 millions.

³ Au moment où je corrige les épreuves, les luttes intérieures de l'Angleterre interviennent à leur tour pour paralyser le développement de l'industrie arifère.

Japon contre la Russie, avec le développement surprenant du Japon et la transformation de la Chine par le Japon, qui peut en être la conséquence. Là aussi le résultat immédiat est un besoin d'or pour constituer des stocks monétaires d'usage international à ces pays qui, jusqu'alors, avaient gardé la monnaie d'argent et pour régler leurs achats en Europe. Peut-être plus tard verra-t-on inversement la pénétration de la Chine et, par suite, de l'Asie centrale amener la découverte de gisements aurifères; mais ce n'est pas, en principe, sur ces pays asiatiques de très ancienne civilisation, quoique jusqu'ici plus ou moins étrangers à notre forme de civilisation européenne, qu'il faut beaucoup compter pour les futures découvertes aurifères; l'or est un métal trop attirant et trop facile à reconnaître ou même à extraire pour que les gisements superficiels, par la rencontre desquels se produisent les brusques poussées de la production, n'y soient pas en moyenne épuisés. L'Asie, comme l'Europe, ne recommencera à compter sérieusement dans la production aurifère que le jour où, l'or libre de surface ayant été extrait partout, on en sera réduit à ces formes plus permanentes de minerais profonds et complexes qui seront la grande ressource de l'avenir.

Enfin, toujours dans le sens d'une raréfaction de l'or malgré l'essor de sa production industrielle, il faut noter le mouvement, chaque jour accéléré, qui entraîne tous les pays vers l'adoption de l'étalon d'or unique. Chaque pas en arrière que fait l'argent précipite en même temps sa chute. L'entrée du Mexique lui-même dans cette voie en 1905 a été un incident capital de cette transformation.

Pour toutes ces causes, on voit donc, en résumé : 1° que l'essor de la production aurifère, si extraordinaire qu'il puisse paraître depuis dix ans, n'a pas été encore ce qu'il aurait dû être normalement si le Transvaal n'avait pas subi la perturbation de la guerre; 2° que les besoins d'or ont été, d'autre part, et resteront, pendant quelque temps encore, anormaux. Diminution de la production, augmentation des débouchés, correspondent nécessairement à un accroissement de la valeur, qui, pour l'or, se trouve masqué par l'ensemble des phénomènes de tous genres au milieu desquels ce facteur se borne à intervenir, mais qui n'en doit pas moins être réel et qui, par ses causes mêmes, est appelé à se modifier plus tard avec la disparition de celles-ci.

Si nous envisageons maintenant, tout d'abord, un avenir immédiat, il est à présumer que l'essor de l'industrie aurifère va se précipiter encore quelque temps. En dehors des États-Unis, où la mise en valeur, quoique avancée, est loin de son apogée, il y a encore beaucoup à faire dans ce sens

sur toute la longueur du continent américain. La découverte retentissante des placers du Yukon n'a été qu'un épisode dans cette série de trouvailles à laquelle on doit s'attendre. En résumé, ces champs d'or n'ont produit au total, en dix ans, que 500 millions : ce que le Transvaal produit en moins d'un an. Mais le progrès du Canada et du Mexique, par exemple, passés l'un de 5 millions à 72 et l'autre de 6 à 68 entre 1893 et 1905, montre : d'un côté, ce qu'on peut attendre de certaines régions jusqu'ici réputées inabornables; de l'autre, ce que peuvent produire les formes relativement pauvres de minerais sulfurés ou complexes, qui existent par grandes masses dans les parties profondes de nombreux gisements supposés épuisés. En Amérique du Sud, dans la Colombie, la Bolivie et le Chili, tout est à peu près à faire. L'Australie contient encore d'assez grandes régions inconnues pour prêter à des découvertes. En Afrique, à côté des minerais riches qui n'ont généralement donné que des déboires, il paraît exister un peu partout des masses considérables de minerais pauvres, qui prendront leur importance le jour où l'on pourra les traiter moins coûteusement ou extraire les métaux, tels que le cuivre, avec lesquels l'or s'y trouve associé. Enfin, l'on peut en dire autant pour toutes ces roches aurifères d'où proviennent les placers de l'Oural, de la Sibérie, de la Corée. De tous côtés, le branle est donné et, pendant une trentaine d'années au moins, on peut compter sur une production d'or supérieure à celle de ces dernières années, ou tout au moins comparable. C'en est assez pour que les prévisions relatives à un avenir plus lointain perdent singulièrement de leur intérêt, puisque la plupart d'entre nous ont des chances de les voir se réaliser. Un quart de siècle est pourtant une courte période dans la vie de l'humanité et même dans celle d'une nation. Qu'arrivera-t-il alors plus tard? Plus tard, il semble bien permis de dire, comme je me suis déjà trouvé l'indiquer en passant, que l'avenir sera de plus en plus aux minerais pauvres, ceux-ci tendant à leur tour assez vite à s'épuiser. La loi générale qui, pour tous les minerais, conduit vers les grandes masses pauvres d'exploitation économique commence déjà à se faire sentir pour l'or. Ainsi que nous le verrons dans une autre partie de ce travail, la plus grande mine d'or du monde entier est celle de Homestake (South Dakota), qui broie, avec 900 pilons, 1.400.000 tonnes par an de minerai tenant moins de 19 francs d'or par tonne. La mine Treadwell, dans l'Alaska, broie, avec 540 pilons, 600.000 tonnes de minerai à 10 fr. 50 d'or par tonne. Le Witwatersrand, qui, dans une courte zone d'à peine 45 kilomètres de longueur, a produit par an plus de 520 millions d'or, le fait avec

des minerais relativement pauvres, tenant parfois à peine 30 francs d'or à la tonne. On a broyé, en 1904, 8 millions de tonnes pour obtenir 397 millions d'or : soit une moyenne de 49 fr. 30 par tonne¹. A mesure que les frais diminueront, la teneur moyenne s'abaissera parallèlement par l'utilisation des grandes masses aujourd'hui sans valeur. Et je ne parle ici, bien entendu, que des minerais durs, en roche, des minerais non remaniés, non soumis à une concentration naturelle préliminaire comme dans les altérations superficielles ou surtout dans les alluvions, pour lesquelles l'abaissement du prix de revient est tel qu'avec la méthode hydraulique on a pu traiter avec fruit des alluvions tenant à peine 10 à 30 centimes d'or au mètre cube et où, plus communément, 3 francs d'or au mètre cube (1 gr.), soit 0.000.000.44 en poids, constituent une teneur bien rémunératrice.

Partout ce mouvement se fait sentir; mais nulle part, peut-être, il n'est plus sensible qu'au Mexique, ce centre classique de la production argentifère dans le monde. On sait comment la renaissance du Mexique, qui a débuté il y a une trentaine d'années avec l'établissement d'un régime politique stable, a entraîné d'abord la reprise des exploitations argentifères sur les zones profondes et pauvres des anciens filons d'où l'on a tiré, au xvi^e et au xvii^e siècles, de si fabuleuses richesses. En peu d'années, le Mexique a rejoint à pas de géants, pour les chiffres de production argentifère, son grand voisin les États-Unis. Puis est venue la baisse de l'argent, et le Mexique s'est alors improvisé producteur d'or, allant rechercher les parties aurifères des mêmes zones métallisées; sa production, insignifiante avant 1894, est rapidement montée en 1904 à 63 millions, à 68 en 1905, ce qui lui a permis d'abandonner l'étalon d'argent.

Ce qui s'est produit pour le Mexique peut faire prévoir ce qui arrivera bientôt pour l'Amérique du Sud, quand les progrès de l'impérialisme yankee, accélérés par le percement de l'isthme de Panama, auront, sous une forme de protectorat plus ou moins déguisé, mis de l'ordre dans les Républiques sud-américaines. Ces vieilles régions de l'Amérique du Sud semblent de celles qui sont appelées au développement le plus remarquable dans un avenir prochain.

Mais, en dehors de ces pays très riches, pour lesquels la prévision est facile, il est bien probable que, dans l'ancien monde, on verra quelque chose de semblable. L'Europe et l'Asie ont été des pays aurifères; l'antiquité a connu des Californies qui

s'appelaient le Pactole ou le Mont Pangée, l'Égypte ou l'Altai.

Dans tous ces pays, non seulement les alluvions, les placers, mais les parties hautes des filons ont été enlevés; il reste les parties profondes, où existent des minerais pauvres, actuellement inexploitable, qui peuvent devenir un jour un élément de richesse. Cela est vrai aussi pour des régions comme le Witwatersrand, où, dans une énorme série de terrains, tant de couches sont, à strictement parler, aurifères. Le prix de revient actuel établit seul la ligne de démarcation entre ce qui est qualifié minerai et ce qui est réputé stérile, détermine seul la teneur limite, au-dessous de laquelle une roche est rejetée. Que l'on songe alors à la transformation produite dans le monde entier par l'invention de la cyanuration vers 1890, à cette brusque poussée qui, aussitôt après, fait remonter les courbes de production aux États-Unis et en Australie comme au Transvaal, et que l'on imagine l'effet analogue pouvant être produit par tout autre perfectionnement industriel, amenant un abaissement de quelques francs dans le prix de revient, ou simplement que l'on calcule l'abaissement normal résultant, pour les pays déjà exploités, de tous les progrès amenés par cette exploitation même, sans parler de l'amortissement des installations, et l'on verra que la production d'or future a des chances pour être fournie par des minerais de plus en plus pauvres et, par ce fait même qu'ils sont plus pauvres, de plus en plus abondants.

A ce propos, il convient, d'ailleurs, de relever aussitôt une erreur dans laquelle on tombe souvent quand on prétend tirer une conclusion géologique ou économique de la valeur minima des minerais traités par un district ou par une mine et de ses variations avec le temps, quand, par exemple, on s'émets en voyant s'abaisser la teneur moyenne des minerais dans une mine en exploitation intensive. On semble s'imaginer qu'il existe, dans un gisement, deux entités bien définies et absolument indépendantes l'une de l'autre, constituant : l'une le minerai, l'autre le stérile, tandis qu'en réalité le passage du minerai au stérile s'effectue par toute une série de transitions. Dans une mine quelconque, on rejette, sur les tas de déblais, des roches qui contiennent encore une certaine proportion du métal exploité, et seul le prix de revient économique établit la distinction entre les parties de la roche qu'il convient de traiter et celles qu'il faut, au contraire, rejeter. La teneur maxima du minerai traité est donc, en grande partie, fonction du triage plus ou moins avancé qui, poussé à l'extrême, aboutirait à ne passer que des minerais purs, et la teneur minima est, de son côté, limitée

¹ Il ne faut pas oublier que le chiffre moyen se trouve très relevé par quelques mines riches. La teneur moyenne des minerais broyés depuis l'origine à la Robinson a été de 93 francs, à la Ferreira de 90.

par les frais de traitement. Les comparaisons de la teneur moyenne à diverses époques n'ont donc d'intérêt que si l'on envisage, en même temps, les quantités de minéral extraites dans un cube égal des gisements, et seule la combinaison des deux facteurs *quantité* et *teneur* peut donner, à un moment quelconque, une notion sur la valeur de

tration des Européens dans une région nouvelle, difficilement abordable jusque-là, séparée de la civilisation par un désert comme le Witwatersrand ou l'Australie occidentale, glacée comme le Yukon, le Cape Nome, la Transbaïkalie, ou simplement sans moyens de communications comme la Colombie britannique et la Corée. Aux États-Unis, par exemple, on voit très bien la mise en valeur minière conquérir États après États comme une marée montante (voir la carte ci-contre). L'invasion arrive par la côte en Californie en 1848. Elle dépasse la Sierra et atteint le Nevada vers 1860 (Comstock, puis Eureka). De là, suivant un parallèle qui correspond au transcontinental, on passe dans l'Utah (un moment défendu par ses Mormons) et dans le Colorado, où Leadville date de 1874. En même temps, on commence à refluer vers le Nord dans la direction du Montana et du Dakota, vers le Sud dans l'Arizona. La région de Butte City, dans le Montana, date de 1876; mais l'exploitation de l'or en filons n'y a guère commencé qu'en 1880.

Le flux continuant, les prospecteurs débordent alors, soit au Nord vers le Dominion, la Colombie britannique et l'Alaska (Treadwell, en Alaska, date de 1891, le Yukon de 1896, le Cape Nome de 1899), soit au Sud vers le Mexique, où l'essor de l'industrie aurifère s'est fait après 1894. C'est pourquoi il est facile de prévoir, par une application de la même loi, la mise en valeur des régions équatoriales et sud-américaines, ou, au contraire, des glaces arctiques.

Dans chacun de ces pays, on voit, aussitôt après la première découverte des alluvions à or libre bien visible, facile à extraire, un « rush », un emballement, une invasion de mineurs, une production extraordinaire et déréglée, obtenue par des efforts individuels : une phase romantique, après laquelle, au bout d'un très petit nombre d'années, ces alluvions modernes étant épuisées¹, il faut recourir à des moyens d'action plus puissants pour exploiter plus difficilement les alluvions anciennes ou les parties hautes (elles-mêmes enrichies) des filons; les capitaux deviennent nécessaires, l'industrie s'organise, l'extraction subit des à-coups, baisse un peu, puis remonte, puis s'abaisse décidément quand on aborde bientôt les parties profondes des filons à minerais complexes exigeant un traitement plus délicat et plus coûteux. A ce moment, il y avait



Fig. 2. — Districts aurifères du Far West américain.

ce gîte, que la teneur prise isolément ne caractérise en aucune façon.

Les progrès industriels futurs dont il vient d'être question, progrès qu'il est logique d'attendre et de calculer dans ses prévisions, ne doivent pas néanmoins faire oublier la loi naturelle, qui amène l'épuisement rapide des gîtes aurifères par suite de l'attraction même qu'ils exercent et de l'ardeur exceptionnelle que l'on met à les utiliser. Quand on reprend, chiffres en mains, l'histoire des grands districts miniers aurifères, on y retrouve presque toujours les mêmes phases. C'est d'abord la péné-

¹ Cette loi d'épuisement rapide des alluvions aurifères, qui vient de se manifester pour le Yukon, a été autrefois très nette en Californie. De même, en Sibirie, le district d'Yenisseïsk était, de 1840 à 1857, le premier district aurifère du monde entier. En 1857, il produisait à lui seul 20.000 kilogrammes d'or. Baisant d'année en année par l'épuisement des alluvions, il n'en donne plus aujourd'hui que 2.500. Il se sentait après avoir produit 440.000 kilogrammes d'or, soit 1,3 milliards environ.

même souvent autrefois arrêt et abandon des mines. Aujourd'hui, les procédés métallurgiques étant plus connus et plus vulgarisés, cette période critique se franchit plus facilement; elle exige pourtant de nouveaux appels de fonds, une nouvelle organisation des capitaux et ne peut, en général, se réaliser que quand les moyens de communication ont été créés. Ces chemins de fer, qui sont destinés à desservir quelques grands centres miniers, en font du même coup découvrir d'autres et les rendent exploitables. Une période d'accroissement tranquille et continu succède alors, pendant un nombre d'années plus ou moins long, aux brusques soubresauts des débuts, jusqu'à ce que la profondeur de plus en plus grande des travaux détermine un nouvel arrêt : arrêt qu'on ne peut, d'ailleurs, jamais qualifier de définitif, puisque les progrès techniques dans l'exploitation ou dans la métallurgie, sans compter les demandes nouvelles du métal exploité qui peut commencer à se faire rare, amènent d'ordinaire tôt ou tard la reprise plus ou moins heureuse de toutes les anciennes mines célèbres.

Plus la méthode d'exploitation est anglo-saxonne, c'est-à-dire vise à la rémunération rapide des capitaux sans souci de l'avenir, plus ces phases sont rapidement franchies. Le désir d'un prompt amortissement et de dividendes immédiats amène à ne considérer que le minerai payant du moment, le « paying ore », et à perdre pour plus tard, irrémédiablement, des réserves de minerai plus pauvres, qui, quelques années après, auraient représenté une ressource.

Aujourd'hui, quinze ou vingt ans sont une période assez normale de vie pour un district aurifère, cinquante ans sont presque un maximum. Si l'on veut, dans un demi-siècle, continuer l'extraction aurifère sur le même taux à raison de 2 milliards par an, il faudra donc, tous les gisements actuels ayant été épuisés, qu'on en ait retrouvé autant d'autres d'égale valeur dans les régions inexplorées du globe, ou que le traitement d'immenses quantités de minerais plus pauvres y ait suppléé. Ce n'est pas être grand prophète que de mettre en doute une semblable hypothèse, sinon dans un demi-siècle, au moins dans un siècle ou deux.

Mais, comme je le disais plus haut, cette éventualité d'une disette d'or ainsi retardée, succédant à une forte production immédiate, ne saurait avoir les mêmes conséquences économiques que si elle avait lieu de suite, sous nos yeux; à ce moment, il est probable, malgré l'accroissement continu de la population et malgré les progrès du luxe chez tous les peuples (dont la consommation croissante du diamant à des prix de plus en plus élevés est un

indice si bizarre), que les besoins d'or se feront moins cruellement sentir, besoins d'or monnayé¹ et même besoins d'or industriel². Il faut, en effet, s'imaginer que les échanges se régleront de plus en plus avec du papier, par virements, chèques, etc., et exigeront de moins en moins d'or: avec un métal qui s'use aussi peu, le stock accumulé pourra donc, à la rigueur, suffire.

En attendant donc une disette future qui est encore loin de se produire, et pour se borner à la période présente, qui a, au contraire, toutes les chances pour être marquée par un afflux d'or énorme, on peut se demander quelles conséquences va avoir cette production, poussée pendant quelques années à raison d'au moins 2 milliards par an : production qui, chaque année, ajoutera à nos réserves cinq fois plus d'or qu'il n'en restait en Europe au Moyen-Age, et qui, d'autre part, en jettera autant dans la circulation, tous les huit ans, qu'il en est sorti de terre en trois siècles et demi entre la découverte de l'Amérique et celle de la Californie jusqu'en 1848, ou, tous les vingt-deux ans, autant qu'il en avait été extrait depuis l'Antiquité jusqu'au grand essor actuel de 1890. Cet afflux d'or constitue-t-il une surproduction et entraîne-t-il, par suite, les conséquences ordinaires d'une surproduction, c'est-à-dire une dépréciation du métal produit, qui, pour apparaître moins directement ici que dans le cas d'un métal ordinaire, ne s'en traduirait pas moins par des conséquences aisées à prévoir? Il ne semble pas en être ainsi, du moins jusqu'à nouvel ordre, et l'on a même, comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire, relevé récemment quelques indices d'une tendance inverse, dès que la production a un peu fléchi. Une diminution de la valeur de l'or entraînerait, en effet, un renchérissement de toutes les matières premières. Or, celles-ci ont subi, de 1870 à 1890, une baisse continue, qui ne paraît pas avoir été enrayée ensuite, malgré la brusque chute en 1900 de la production aurifère, et qui, tout en étant due évidemment à beaucoup d'autres causes (développement des relations, facilité des transports, progrès industriels, commerce international), ne semble pas néanmoins compatible avec une diminution de valeur de l'or, d'autant plus que, dans le même temps, l'accroissement considérable du prix de la main-d'œuvre, attribuable à des causes politiques ou sociales, et, généralement, celui des impôts pour les mêmes raisons, sont venus contrebalancer ces progrès.

¹ C'était, on le sait, un des arguments favoris des bimétallistes de prétendre que jamais l'or à lui seul ne serait en quantités suffisantes pour subvenir aux besoins monétaires de l'humanité.

² Ces besoins industriels absorbent environ les deux tiers de la production.

Un fait économique assez frappant a eu lieu depuis une dizaine d'années, où l'on voit plutôt l'indice d'une raréfaction momentanée. Jusqu'alors le taux de l'intérêt avait subi, pendant longtemps, une baisse progressive, seulement interrompue par quelque désastre comme la guerre de 1870-1871 ; de 5 % il était descendu progressivement à 2 1/2 % pour la même catégorie de valeurs : ce qui tenait, en grande partie, au goût croissant du public pour les valeurs mobilières et, spécialement, pour les fonds d'Etat, substitués, comme placement, à la terre, mais ce qui correspondait également au stock croissant des capitaux disponibles. Les économistes et les hommes publics, prolongeant par la pensée ces courbes décroissantes, annonçaient alors presque tous que ce mouvement allait se continuer sans arrêt en s'accélégrant ; les Commissions du budget voyaient là un moyen automatique pour l'Etat d'amortir sa dette sans avoir besoin de faire des économies, et les politiciens opportunistes trouvaient dans le même phénomène une panacée de la question sociale, le différend classique entre le capital et le travail devant disparaître de lui-même, dans un avenir restreint, par la suppression de tout capital non appliqué à un travail industriel. Cependant, la loi économique, qui semblait si bien établie, et qui a de fortes chances pour redevenir vraie dans l'avenir, vient d'être quelque peu démentie par les faits depuis dix ans, et le taux de l'intérêt, au lieu de continuer à s'abaisser, s'est relevé sensiblement pour les valeurs mobilières autrefois réputées « de tout repos ». Là encore, comme dans tous les phénomènes économiques, les causes sont complexes et parfois difficiles à démêler. Il est pourtant évident que la première a été la guerre du Transvaal, par les dépenses qu'elle a occasionnées et l'arrêt dans la production aurifère de l'Afrique du Sud, qui en est résulté. L'or, s'étant raréfié, a été plus demandé et s'est loué par suite à un prix plus élevé. Bientôt un résultat du même genre sera produit par la guerre russo-japonaise, par les emprunts de liquidation des deux pays, par les destructions dues à la révolution russe, par la réorganisation du matériel qui devra s'imposer ce grand pays, par les renouvellements de matériel de guerre qu'entraîne dans toute l'Europe l'attitude actuelle de l'Allemagne. La baisse continue de l'intérêt est surtout marquée dans les longues périodes de paix à atonie industrielle. Mais, malgré les efforts louables des pacifistes, nous sommes encore loin de la paix universelle, et le geste d'un kaiser suffit à entraîner, dans les pays voisins, pour un milliard de commandes improductives en canons ou en cuirassés. Ce qui reste de la terre à mettre en valeur est, d'ailleurs, encore assez grand pour occuper l'activité

et rémunérer les capitaux de plusieurs générations. Il y a donc peut-être quelque illusion à s'imaginer que l'intérêt de l'argent doit toujours baisser automatiquement et surtout continuellement, au moins dans le laps de temps qui peut pratiquement nous intéresser, et il serait plus exact de dire que cette baisse se restreint à certaines catégories de valeurs, progressivement étendues, par suite d'un changement dans les goûts et les esprits presque autant que par un phénomène économique général¹ ; elle atteindra peut-être les fonds des grands Etats de plus en plus exotiques comme elle a atteint autrefois les valeurs françaises ou anglaises, mais il n'y a plus là qu'une relation très lointaine avec la production de l'or, donc rien qui doive ici nous occuper.

II. — RÉPARTITION DE LA PRODUCTION AURIFÈRE DANS LE PASSÉ ET DANS LE PRÉSENT.

Je me suis déjà trouvé indiquer en passant quels sont aujourd'hui les principaux pays producteurs d'or dans le monde. Je vais maintenant revenir un peu plus en détail sur cette statistique pour essayer de tracer rapidement le tableau de l'industrie aurifère actuelle et restituer à chacun des grands centres aurifères sa valeur relative, que des incidents momentanés, des coups de fortune retentissants, des jeux de spéculation, ou simplement le tapage de la réclame, font trop aisément oublier. Mais ce tableau actuel ne représente (surtout avec l'extraordinaire rapidité d'évolution qui caractérise aujourd'hui les industries minières) qu'un épisode très momentané dans l'histoire de notre industrie et, si l'on veut arriver à quelques conclusions générales, soit dans l'ordre économique, soit dans l'ordre géologique, il faut tenir compte aussi des résultats acquis dans le passé, afin de se représenter d'une façon réellement exacte la distribution de la richesse aurifère sur notre globe, du moins sa distribution dans la partie de ce globe qui est jusqu'ici bien reconnue.

On ne doit pas, d'ailleurs, se dissimuler que, dans les régions encore mal explorées, nous demeurons toujours exposés à quelque découverte extraordinaire, qui viendra renverser soudain la hiérarchie établie par l'histoire entre les anciens champs aurifères.

Ainsi, en 1887, on ignorait encore l'existence de ce tas d'or si anormal du Witwatersrand, le plus

¹ Le contre-coup de certaines mesures législatives, telles que les constitutions proposées de caisses des retraites avec achat automatique et continu de rentes françaises, peut être énorme dans cet ordre d'idées, mais tout à fait artificiel et d'autant plus dangereux ; inversement, le taux de capitalisation de la terre ou des immeubles urbains tend à augmenter, leur valeur baissant à mesure que l'état social en détourne.

considérable que l'on ait encore rencontré sur un seul point dans le monde entier et qui peut représenter, dans une centaine de kilomètres carrés, au moins 15 à 20 milliards d'or à extraire (dont 3,5 déjà pris).

En 1891, on ne connaissait pas Cripple Creek au Colorado, qui a déjà donné 800 millions et en donnera sans doute au moins encore une fois autant.

En 1895, on ne soupçonnait pas non plus le Yukon, qui a déjà produit plus de 500 millions et en produira peut-être encore 3 à 400.

Si nous commençons par la production actuelle de l'or, on a déjà vu quel rapide essor cette extraction a pris depuis vingt ans. En 1882, le monde produisait 512 millions; en 1894, on en a eu 919; 1.369 en 1901; 1.700 en 1903; 1.758 en 1904; 1.908 en 1905. Le tableau suivant montre la répartition approximative dans ces dernières années :

TABLEAU I. — *Production actuelle de l'or.*

PAYS PRODUCTEURS	1905	1904	1903	1900
	millions fr.	millions fr.	millions fr.	millions fr.
Transvaal.	523	402		Guerre an-boer
Rhodésia.	37	23,0	314	
Australasie.	432	439	463,8	375
Etats-Unis.	436	407	382,6	411
Russie.	121,20	126	129,9	133
Canada.	73	90,4	94	144,5
Mexique.	68	65,43	55	48,7
Indes britanniques.	58,75	59,5	58	47,5
Guyanes.	"	"	21,4	21,3
Chine.	"	"	29,7	22,3
Bésil.	"	"	45,7	43,7
Corée.	"	Guerre rus-jap.	14,2	9,4
Hongrie.	"	"	11,5	11
Colombie.	"	"	10,9	11,9
Total.	1.908	1.758	1.524	1.328

Dans ce total de 1,9 milliards, j'ai déjà fait ressortir la place occupée par les trois grands pays producteurs : le Transvaal, auquel on peut associer la Rhodésia, les Etats-Unis et l'Australasie, qui, à eux seuls, fournissent près des trois quarts de la production mondiale. Mais il y a quelque inexactitude à mettre en parallèle des continents entiers, comme l'Australasie ou les Etats-Unis, aux districts miniers très nombreux et très divers, avec tel petit pays, ou surtout tel centre de production localisé comme le Witwatersrand, qui, sur une cinquantaine de kilomètres de longueur, fournit à lui seul presque tout l'or de l'Afrique Australe ; et, quand on tient compte de cette remarque, la richesse de ce centre d'exploitation, qui à lui seul rivalise avec tous les autres et les dépasse, paraît encore plus surprenante. De même, la division de l'Amérique du Sud en nombreuses républiques fausse sa comparaison avec l'Amérique du Nord. Si l'on groupe

toute l'Amérique du Sud, on trouve, en 1903, 71 millions contre 382 aux Etats-Unis.

Nous allons bientôt parcourir, les uns après les autres, les divers continents pour donner, dans chacun d'eux, la répartition entre les pays et les districts aurifères. Mais, auparavant, mettons encore en évidence la prééminence de quelques grands centres miniers, qui viennent dans l'ordre d'importance aussitôt après le Witwatersrand.

Tandis que le Witwatersrand atteint aujourd'hui environ 520 millions, le district de Kalgoorlie, dans l'Australie Occidentale, a dépassé un moment 107 millions en 1903, pour baisser ensuite ; celui de Cripple Creek au Colorado a atteint 83,2 millions en 1904, dont 13,5 pour la seule mine de Portland.

Le Yukon a encore produit 52,5 millions en 1904, après être arrivé à 90 en 1900. Le district du Cape Nome, sur la mer de Bering, a donné, ces dernières années, environ 26 millions par an. La mine de Homestake, au Dakota, produit 26 millions par an, et Golden Reward, à côté d'elle, 6 millions ; la mine de Treadwell, dans l'Alaska, 15,6 en 1904 ; la mine Waihi, en Nouvelle-Zélande, 15 millions en 1904 ; la Guyane française 12 à 15 millions ; la mine El Oro, au Mexique, 12 millions ; Mount Morgan, au Queensland, 10 millions ; le district de Butte City, au Montana, 7 millions ; la Côte-d'Or africaine, 6 à 7 millions. Préciser davantage et comparer telle mine à telle autre serait assez illusoire dans l'ordre d'idées général et théorique qui nous intéresse seul en ce moment, puisque tel district, comme le Witwatersrand, a été morcelé en de très nombreuses concessions, jouant le rôle d'autant d'unités particulières, tandis qu'ailleurs toute l'exploitation d'un district est beaucoup plus judicieusement restée concentrée en une seule main.

1. Afrique. — En Afrique, le principal centre de production aurifère, qui est aussi le premier du monde, est celui du *Witwatersrand* (ou Rand), près de Johannesburg, découvert seulement en 1887. Le développement naturel de l'industrie en ce point s'est trouvé faussé, pendant plus de cinq ans, par une guerre néfaste de deux ans et demi. D'août 1899 à mai 1903, on n'a fait que réparer les dommages causés par l'annexion anglaise et revenir au même chiffre de production globale. C'est comme si le district était plus jeune de cinq ans. Malgré cela, il existe aujourd'hui, en ce point, une industrie qui, avec 17.000 pilons et 233.000 hommes (190.000 noirs, 46.000 Chinois, 17.000 blancs), a broyé en 1905 environ 10 millions de tonnes de minerai pour produire 492 millions d'or. Les autres districts annexes du Transvaal portent le total à 520 et la Rhodésia à 330. Avec les progrès techniques chaque jour réalisés et la mise en valeur prévue de toutes les

mines déjà reconnues, le jour où la main-d'œuvre ne fera plus défaut, on est en droit d'attendre, bientôt, une production annuelle de 800 millions.

A côté de ces chiffres, tous les autres districts aurifères de l'Afrique font mince figure. Quelques-uns ont cependant joué un rôle important dans l'histoire. Sans parler des mines égyptiennes, qui ont dû fournir une grande partie de l'or utilisé par l'Antiquité, il est certain que la *Côte-d'Or* a exporté, depuis plusieurs siècles, des quantités d'or alluvionnaire impossibles à évaluer, mais qui, vraisemblablement, doivent dépasser 2 milliards.

Les nombreuses tentatives faites depuis dix ans pour mettre en valeur les gisements primitifs, source originelle de ces placers ouest-africains, ont fourni une preuve nouvelle, après beaucoup d'autres, de l'illusion que l'on subit quand on s'imagine, avec des procédés industriels perfectionnés, devoir nécessairement obtenir des résultats brillants sur des gisements d'or exploités depuis des siècles par les indigènes. Après beaucoup de tapage et beaucoup de débâcles, l'Ouest-Africain arrive péniblement à produire 7 millions par an.

Un autre centre aurifère d'Afrique, au sujet duquel l'imagination s'est également donné libre carrière, est notre colonie de *Madagascar*, qui semble enfin sortir des difficultés causées par les trop grands enthousiasmes du début. La production, qui était de 3,58 millions en 1900, a été de 5,85 en 1903.

Enfin, dans les prévisions d'avenir, il faut, sans doute, faire entrer les vastes régions de l'Afrique centrale, aux très nombreux minerais de fer et de cuivre produits par des oxydations de pyrite, dans lesquels il serait bien étonnant qu'on ne découvrit pas un jour ou l'autre quelques belles parties aurifères.

2. *Amérique*. — La région ouest de l'Amérique offre, d'une extrémité à l'autre, du détroit de Bering à la Terre de Feu, dans la zone de plissements et d'éruptions récentes qui contourne l'Océan Pacifique, la traînée la plus remarquablement métallisée et surtout la plus métallisée en métaux précieux qu'il y ait au monde. L'importance relative des deux continents nord et sud n'a pas toujours été la même. Après être demeurée pendant trois siècles la source de l'or comme de l'argent, l'Amérique du Sud n'a plus eu, au cours du XIX^e siècle, qu'une importance très restreinte, tandis que les Etats-Unis, puis le Canada, prenaient un essor bien connu. Mais l'équilibre est peut-être destiné à se rétablir, et peut-être même la bascule à se renverser un jour, quand les Républiques de l'Amérique du Sud auront, sous la pression des Américains du Nord, pris le développement général dont le Mexique leur a donné l'exemple. L'Amérique du Sud en est restée, comme l'avait fait longtemps le Mexique, à cette phase cri-

tique des mines argentifères et aurifères, où, après avoir traité facilement les minerais riches de la surface, il faut commencer à élaborer avec plus de peine les minerais pauvres de la profondeur. Quand on sera entré résolument dans cette période nouvelle, il est permis d'espérer, pour les mines Sud-Américaines, un beau relèvement.

Si nous parcourons rapidement du Nord au Sud la longueur du continent américain, nous trouvons d'abord, à l'extrême Nord, sur la mer de Bering, le *Cape Nome*, gisement alluvionnaire très fameux en ce moment, parce que sa découverte date seulement de la fin de 1898, mais dont, par une remarque que nous aurons à renouveler pour tous les gîtes d'alluvions, l'existence industrielle ne pourra manquer d'être très brève. Au *Cape Nome*, les alluvions littorales ont été enlevées en trois ans, et l'on travaille aujourd'hui dans les alluvions gelées des placers intérieurs, qui donnent environ 26 millions par an.

Le district minier important le plus voisin du *Cape Nome* en est à quelque onze cents kilomètres, déjà dans le Dominion, quoique à la frontière de l'Alaska, près de Dawson City, dans le *Yukon* (Klondyke).

La richesse des placers du *Yukon*, qui a paru un moment fabuleuse, n'a eu, comme il était aisé de le prévoir, que la durée d'un feu de paille. Découvert en 1896, ce gîte tend déjà très vite à son épuisement, au moins en ce qui concerne les gîtes d'alluvions, qui ont seuls fourni des résultats jusqu'ici. Après être monté à 90 millions en 1900, on est tombé à 59 en 1903; 52,5 en 1904. C'est pourtant 500 à 550 millions qui sont sortis de là au total, dont 300 des seules criques Bonanza et Eldorado, aujourd'hui épuisées; mais ce chiffre, si élevé qu'il semble, représente seulement l'extraction d'une année au Witwatersrand et l'on fait peut-être la mesure large au *Yukon* en évaluant à un milliard la quantité d'or utilisable qui pourra en être extraite dans un temps restreint, malgré les exploitations en grand sur le point d'être organisées.

Il faut encore sauter 700 kilomètres pour trouver, sur la côte de l'Alaska, dans l'île de Douglas, le gîte fameux de *Treadwell*, découvert en 1881, où une exploitation intensive travaille, à raison de 900 pilons, sur des masses considérables de minerais particulièrement pauvres (9 fr. 50 à 10 fr. 50 par tonne), dont on broie 5 à 600.000 tonnes par an, avec un rendement qui a été de 15,6 millions en 1904.

La région prospère de la *Colombie britannique* est à 1.400 kilomètres au Sud, vers la frontière des Etats-Unis, dans les deux centres de Boundary et Rossland. Sa production, de date très récente, est montée, en 1904, à 32,5 millions.

Encore un millier de kilomètres et nous atteignons la région de la *Californie*: assurément l'une

de celles au monde où la richesse aurifère s'est trouvée, non pas seulement la plus considérable, mais aussi la plus étendue. Le fameux Mother-lode, à l'Est de San Francisco, a 120 kilomètres de longueur, et d'autres filons parallèles le prolongent encore vers le Nord. Découverte en 1848, la Californie a encore donné plus de 100 millions d'or en 1904. Il peut en être sorti, en un demi-siècle, à peu près 7 milliards.

Cependant, la décroissance a été très nette depuis le grand essor de 1853 jusqu'en 1891; en 1853, 336 millions; en 1860, 233; en 1868, 114; en 1880, 91,1; en 1891, 63,2. Dès 1860, toutes les alluvions récentes ont été épuisées; puis les placers anciens l'ont été aussi en grande partie. Depuis ce moment, l'exploitation de plus en plus active des filons a amené un relèvement progressif : 86,9 en 1902; 106,1 en 1904; aujourd'hui, on travaille jusqu'à 650 mètres de profondeur.

Dans la production nord-américaine, la Californie, qui a fourni jusqu'ici le total de beaucoup le plus considérable et l'exploitation la plus continue, garde encore, au bout de soixante ans, sinon la place prééminente, du moins un second rang assez voisin du premier. C'est, jusqu'ici, avec la province de Victoria, en Australie, et le Witwatersrand, la région où l'on a vu les gisements d'or se poursuivre avec le plus de régularité aux grandes profondeurs (1.300 mètres dans le groupe de Bendigo, 1.000 mètres en Afrique du Sud).

Mais d'autres États, plus nouvellement mis en valeur, prennent un rôle de plus en plus notable dans l'extraction aurifère des États-Unis, dont la Californie ne donne que le quart (Tableau II).

TABLEAU II. — Répartition de la production aurifère aux États-Unis (en millions de francs).

PAYS PRODUCTEURS	1900	1901	1902	1903
Colorado	149,85	143,98	147,78	117,20
Californie	82,26	87,82	87,30	83,72
Alaska	42,18	37,77	43,36	44,77
S. Dakota	32,13	33,69	32,55	35,46
Montana	24,44	24,64	22,72	22,67
Arizona	21,78	21,21	21,37	22,36
Utah	20,54	19,08	18,66	19,20
Nevada	10,40	15,59	15,02	17,62
Idaho	8,94	9,72	7,64	8,16
Total	411,01	415,69	414,56	382,6

Le premier de ces États est aujourd'hui le Colorado (147,3 millions en 1902; 116,6 en 1903; 134,5 en 1904), grâce au grand centre de Cripple-Creek, découvert en 1891 et remarquablement développé depuis quelque temps, malgré une profondeur les travaux qui atteint 300 à 500 mètres. De 1891

à 1894, on a produit là environ 33 millions par an; en 1897, 69 millions; en 1903, 67,6 millions; en 1904, 83,2 millions. Au total, il a pu sortir de ce district, jusqu'à la fin de 1903, environ 800 millions et les gisements sont loin d'être épuisés. L'une des principales mines est celle de Portland, qui donne à elle seule environ 13,5 millions par an.

Cripple-Creek est, d'ailleurs, loin d'être le seul centre au Colorado. On exploite, depuis 1880, les filons du comté de Gilpin. Les grands gisements de plomb argentifère de Leadville fournissent, en même temps, de l'or (10 millions de 1877 à 1884, mais beaucoup plus dans la suite), etc.

Parmi les autres États productifs des États-Unis, il faut faire encore une large place au Dakota, avec ses riches mines des Black Hills, Homestake et Golden Reward.

La mine de Homestake, qui à elle seule possède 900 pions, traite, par an, 1.400.000 tonnes de minerais pauvres tenant en moyenne 18 fr. 72 d'or, soit un produit brut d'environ 26 millions par an. C'est, comme chiffre de minerais traités, la première du monde, et l'extraction, qui a été toujours croissante, date au moins de 1890. J'ai dit également que Golden Reward produit 6 millions.

Dans le Montana et l'Utah, une production d'or assez notable est obtenue par le raffinage des abondants minerais de cuivre de Butte City (7 millions) et de Bingham. La production aurifère du Montana a passé par une série de fluctuations : 24 millions en 1876; 13 millions en 1882; 27 millions en 1887; 17 millions en 1890; 15 en 1891. Jusqu'en 1880, on n'exploitait guère que des placers. Aujourd'hui, la presque totalité de l'or vient des minerais cuprifères de Butte (7 millions en 1904).

Enfin, si l'on veut se faire une idée juste de la répartition géologique de l'or dans un pays où la vie des mines est aussi courte qu'aux États-Unis, il ne faut pas oublier d'anciens districts, tels que ceux du Nevada, dont le rôle est aujourd'hui achevé.

Le fameux Comstock a produit, depuis 1860, environ 1 milliard de francs d'or et 4.4 milliards d'argent, avec un seul filon de 3 kilomètres de longueur. Dans des proportions beaucoup plus restreintes, Eureka a produit, de 1869 à 1883, 100 millions de francs d'or et 200 millions d'argent.

Au total, on estime que la production des États-Unis, de l'origine à 1903, a pu être d'environ 14,325 milliards.

La renaissance minière du Mexique est assez récente et surtout le développement de la production aurifère ne date que de quelques années.

J'ai déjà rappelé plus haut le rôle joué dans le passé par ce pays, où les minerais riches argentifères étaient tellement abondants. La nouvelle phase industrielle a commencé avec le traitement

des minerais pauvres, exploités aujourd'hui par grandes masses, et, en même temps, le Mexique a commencé à devenir un producteur d'or de plus en plus important.

La production mexicaine a passé de 3,2 millions en 1890, à 42,9 millions en 1899, 48,7 millions en 1900; 63,4 en 1904; 68,2 en 1905. La plus grande mine est celle d'El Oro, exploitée depuis 1898, qui produit aujourd'hui environ 12 millions par an.

Quand on passe à l'Amérique du Sud, il faut, comme je l'ai déjà remarqué, envisager moins la production actuelle assez faible que les résultats tout autres obtenus dans le passé, auxquels viendront sans doute s'ajouter ceux de l'avenir.

La *Colombie* a produit, de 1537 à 1902, 4.550 millions. Actuellement, on reste entre 12 et 12 millions par an. Le *Venezuela* a donné, de 1866 à 1900, environ 280 millions. Le *Pérou*, depuis 1533, a produit environ 600 millions. Le *Chili*, depuis

les États-Unis, dont le défilage industriel est certainement plus avancé, on voit que, contrairement aux apparences premières, l'or paraît avoir été assez équitablement réparti entre l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud et l'Australasie.

Dans cette production de l'Australasie, les gros chiffres ont été fournis par les vieux districts de Victoria; mais ceux-ci ont déjà un demi-siècle d'existence (depuis 1836), ce qui est beaucoup pour des mines anglo-saxonnes, et s'épuisent visiblement. La forte production de l'Australie n'a été maintenue, dans ces derniers temps, que grâce aux nouveaux districts de l'Australie occidentale, découverts en 1893, et spécialement à celui de Kalgoorlie. Le fléchissement actuel de cette région se fait aussitôt sentir pour l'ensemble (Tableau III).

L'Australie occidentale a produit, en chiffres ronds, 20 millions en 1891; 22 millions en 1895; 27 millions en 1896; 63 millions en 1897; 101 mil-

TABLEAU III. — Production aurifère de l'Australasie de 1900 à 1904.

AUSTRALASIE	1900	1901	1902	1903	1904
					les millions fr.
Australie de l'Ouest (Kalgoorlie, etc.)	43.990 kgs	52.982 kgs	58.196 kgs	64.222 kgs	" 212,0
Victoria (Bendigo, Ballarat, etc.)	23.365	22.719	22.424	23.867	" 81,9
Queensland (Mount Morgan, etc.)	21.028	18.612	19.922	20.794	" 66,9
Nouvelle-Zélande (Waihi, etc.)	10.541	12.842	14.289	14.922	" 50,0
Nouvelle-Galles du Sud	8.747	6.746	5.015	7.905	" 28,9
Tasmanie	2.315	2.161	2.208	1.863	" 4,9
Australie du Sud	603	683	697	659	" 4,5
Total	110.589 kgs = 380.917.666 fr.	116.984 kgs = 402.941.000 fr.	122.748 kgs = 422.795.000 fr.	134.232 kgs = 462.355.000 fr.	= 149.100.000 fr.

1543, a donné un peu plus d'un milliard. Actuellement, on reste entre 2 et 3 millions.

La *Guyane française* a produit environ 300 millions et les *Guyanes anglaise et hollandaise* environ 300 millions à elles deux. En 1900, la partie française comptait pour 7,1 millions contre 10,98 millions pour la partie anglaise. Actuellement, le rapport est tout à fait renversé : on a dépassé 15 millions dans la Guyane française, et la Guyane anglaise est retombée à 7 millions.

Au *Brésil*, l'exploitation, commencée en 1693, touche à 4 milliards. Très élevée au XVIII^e siècle, la production était beaucoup tombée; elle remonte actuellement à environ 13 millions.

Une addition très sommaire montre que l'Amérique du Sud a dû produire, depuis l'origine, plus de 11 milliards.

3. *Australasie*. — Le chiffre auquel on arrive pour l'*Australasie*, depuis la découverte de ses gisements en 1851, est d'à peu près 13,2 milliards, et, comme nous avons trouvé 14,32 milliards pour

lions en 1898; 157 millions en 1899; 151 millions en 1900; 182 millions en 1901; 200 millions en 1902; 226 millions en 1903; 212 millions en 1904 : au total 1.360 millions.

Dans cette province, on avait d'abord trouvé, autour de Coolgardie, des filons à or visible d'apparence très riche, qui ont singulièrement déçu les espérances. Les résultats pratiques ont été obtenus par le grand district de Kalgoorlie (Coolgardie Est), dont le développement date surtout de 1898 (25.700 kilogs d'or en 1899; 25.563 kilogs en 1900; 29.140 kilogs en 1901; 31.335 kilogs en 1902; 35.800 kilogs en 1903), avec des minerais, qui, en 1899, tenaient moyennement 52 gr. d'or par tonne. Au total, Kalgoorlie a pu produire 850 à 900 millions.

La province de Victoria a tenu longtemps le premier rang jusqu'à la découverte de l'Australie occidentale. On montait, en 1892, à 5,5 milliards (1.786.000 kilogs). Les deux districts les plus fameux sont celui de Bendigo, où l'on a dépassé aujourd'hui 1.300 mètres de profondeur, et celui de

Ballarat. Le groupe de Bendigo avait déjà produit, en 1892, 1,5 milliards (466.000 kilogs).

Dans le Queensland, l'une des principales mines est celle de Mount Morgan.

La Nouvelle-Zélande avait produit, jusqu'en 1892, 1.200 millions d'or (375.000 kilogs). Les spéculations de 1895-1896 ont amené l'arrêt de beaucoup de mines. On cite cependant la mine Waihi comme ayant produit, en 1904, environ 15 millions.

4. *Eur-Asie*. — Si nous passons maintenant au vieux continent d'*Asie*, dont l'*Europe* n'est géographiquement qu'une annexe, il y a eu là certainement, à des époques anciennes, des richesses aurifères importantes, dont on peut se faire une certaine idée par les accumulations de bijoux en or que l'on a retrouvés dans les sépultures de l'Égypte et de Mycènes, et par tous les objets précieux qui ont été s'enfouir dans les trésors des princes orientaux. L'Altaï, par exemple, a pu être considéré comme la plus ancienne source de production aurifère dans le monde. Mais les placers de l'Asie centrale, du Pactole, du mont Pangée, de l'Inde, de la Lombardie, de la Gaule sont, depuis des siècles, épuisés, et les gisements pauvres dont ils provenaient n'ont, en général, pu donner lieu jusqu'ici à aucune exploitation moderne de quelque intérêt. La production aurifère du vieux monde est donc, en dehors du seul district de Mysore, dans l'Inde, presque exclusivement fournie par les régions de l'Asie septentrionale, où l'homme civilisé n'avait pas anciennement pénétré : c'est-à-dire, dans l'ordre de découverte géographique, par l'Oural, après 1814, puis, après 1829, par la Sibérie occidentale et, plus récemment, par la Sibérie orientale, la Transbaïkalie, la province de l'Amour, la Corée, qui, dans ces dernières années, ont remédié à l'épuisement progressif, d'abord de l'Oural et de l'Altaï, puis de l'Éléonisséi et même de la Lena. Pour l'avenir, il est peut-être permis de compter sur les pays dont, soit une civilisation vieillie trop différente de la nôtre, comme en Chine, soit une irrémédiable barbarie, comme en Turquie, ont empêché l'essor récent.

On estime qu'au total l'Oural a produit, depuis 1814, environ 1,4 milliards (450.000 kilogs) et la Sibérie, de 1829 à 1905, 5,27 milliards (1.700.000 kilogs).

En *Corée*, il faut citer surtout les mines Oriental Consol, du district de Wunsan, momentanément arrêtées par la guerre russo-japonaise. Le *Japon*, qui continue, sur le bord ouest du Pacifique, la traînée éruptive des États-Unis et du Mexique, fournit également un appoint assez sensible.

Aux *Indes britanniques*, la production, continuellement accrue, atteint aujourd'hui près de 59 mil-

lions par an : les deux tiers de l'or obtenu venant des deux mines de Champion reef et de Mysore.

Enfin, la *Hongrie* reste en Europe le seul centre de production sérieux, avec une extraction qui, depuis bien des années, oscille autour de 3.000 kilogs, soit 10 à 11 millions, et qui, au total, a dû atteindre, depuis l'origine, 2,5 milliards.

Si nous essayons, pour l'Asie et l'Europe, un calcul de totalisation analogue à celui qui a été donné pour les autres continents, on voit que nous atteignons probablement aussi 11 à 12 milliards.

5. *Origine du stock d'or mondial*. — En résumé, on estime qu'il a été produit, de 1500 à 1848, par l'Amérique du Sud, l'Afrique, la Russie et la Hongrie, environ 15 milliards et demi. De 1848 à 1889, après la découverte de la Californie et de l'Australie, on a extrait, en outre, 24 milliards, et, de 1889 à 1906, après la découverte du Transvaal, environ 20,56 milliards, soit un total de 60 milliards d'or, ou, approximativement, 17.600 tonnes.

Le tableau suivant donne, en chiffres ronds, la part prise, jusqu'au 1^{er} janvier 1906, par les principaux pays producteurs dans ce total :

États-Unis	14.325
(Californie, 7 milliards; Cripple Creek, 0,8; Yukon, 0,5.)	
Australasie	43.130
(Victoria, 6,5 milliards; Australie occidentale, 1,4.)	
Russie (Sibérie et Oural)	6.30
Colombie	4.59
Bésil	3.80
Afrique du Sud	3.57
Ouest africain	2.00
Autriche-Hongrie	1.765
Mexique	1.47
Canada	1.30
Chili	1.00
Chine et Corée	1.00
Pérou	0.62
Guyane française	0.31
Vénézuëla	0.29
Guyanes anglaise et hollandaise	0.24
Total	55.710

La différence entre les deux chiffres, auxquels nous arrivons ainsi, tient, soit aux pays non mentionnés dans le tableau précédent, comme l'Amérique centrale, etc., soit aux approximations assez vagues de certaines statistiques anciennes.

Enfin, si, pour terminer ce sujet, nous cherchons quelle est la part actuelle de la France dans la production aurifère, nous trouvons environ 22 millions par an, dont 15 en Guyane, 6 à Madagascar, plus une certaine production en Annam, ou même aujourd'hui en France (la Lucette dans la Mayenne).

Dans un second article, nous étudierons la géologie et l'extraction industrielle de l'or.

L. de Launay,

Professeur à l'École supérieure des Mines.

LES PROPRIÉTÉS PHARMACODYNAMIQUES ET THÉRAPEUTIQUES DE LA STOVAÏNE

L'application de l'anesthésie locale est, comme on le sait, d'une utilité incontestable, au point qu'on ne peut s'en passer pour nombre de pratiques de la Chirurgie courante. Il est notoire, aussi, que l'un des composés les plus largement employés dans ce but est la cocaïne, et vouloir rappeler ici les multiples indications auxquelles répond ce précieux alcaloïde serait évidemment superflu. Médecins, chirurgiens et spécialistes l'utilisent dans les cas les plus variés; mais, même à doses réduites et malgré toutes les précautions prises, la cocaïne possède une toxicité réelle, bien qu'inconstante, provoquant, chez certains sujets à susceptibilité individuelle impossible à prévoir, une série de troubles, — vomissements, faiblesse, pâleur, dyspnée, convulsions, — exposant parfois le patient à de réels dangers.

De là l'idée de substituer à la cocaïne un composé qui, tout en étant doué de propriétés analgésiques suffisamment profondes et durables, se trouvât en même temps dénué de tous les inconvénients de la cocaïne, du moins pour les doses thérapeutiques actives. Nombreuses furent les recherches orientées dans ce sens, et c'est ainsi que successivement ont été pronées l'holocaine, l'eucataïne α , l'eucataïne β , la tropacocaïne, la nirvanine, l'anesthésine, tous corps présentant, il est vrai, de sérieuses propriétés analgésiques, mais ne fournissant point encore satisfaction entière aux praticiens. Or, en ces derniers temps, on a beaucoup vanté un nouvel anesthésique local, la *stovaïne*, et, d'après les essais qui en ont été faits jusqu'à présent, il y aurait lieu de s'y intéresser, car il présenterait comme principal avantage une toxicité beaucoup moindre que celle de la cocaïne.

Nous nous proposons donc d'étudier ici les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de la stovaïne, de façon à pouvoir l'apprécier à sa juste valeur.

Découverte en 1903 par M. Fourneau, chimiste français, la stovaïne, produit de synthèse, est une substance cristalline incolore, parfaitement soluble dans l'eau et se présentant sous l'aspect de lamelles douces d'un vif éclat. Ce corps s'obtient par l'action de l'éthyle-bromure de magnésium sur la diméthylaminoacétone. Au point de vue chimique, c'est exactement le chlorhydrate de l' α -diméthyl-amino- β -benzoylpentanol ou chlorhydrate d'amy-
léine, répondant à la formule complexe :



Les solutions aqueuses de stovaïne résistent très bien à l'action de la chaleur et peuvent, de ce chef, être stérilisées par ébullition, car ce n'est qu'à 120° C. que ce produit se décompose.

L'action physiologique de la stovaïne peut se doubler en action locale et en action générale. Nous étudierons donc séparément ces deux actions.

I. — ACTION LOCALE.

La solution aqueuse de stovaïne détermine localement, au bout de deux à trois minutes, la paralysie des terminaisons nerveuses sensitives, qu'elle soit injectée sous la peau ou bien déposée à la surface des muqueuses. Mais deux particularités la différencient déjà à cet égard de la cocaïne : D'abord, au lieu d'exercer l'action vaso-constrictive de celle-ci, la stovaïne détermine une vaso-dilatation périphérique, qu'on constate, au bout de quelques instants, à une rougeur plus marquée à l'endroit d'application, tranchant sur la rougeur de la peau voisine; nous examinerons plus loin quels en sont les avantages et les inconvénients. Ensuite, l'injection hypodermique ou interstitielle de la solution de stovaïne s'accompagne généralement, d'après les expériences de H. Braun, de Leipzig, d'une certaine irritation locale provoquant une douleur passagère, d'autant plus accentuée que la solution est plus concentrée.

Abstraction faite de ces différences, la question qui se pose immédiatement est la suivante, puisqu'il s'agit ici d'un produit que l'on essaie de substituer à la cocaïne : La stovaïne est-elle plus analgésique que la cocaïne, l'est-elle moins, ou bien l'est-elle simplement au même degré? Pour répondre à cette question, nous nous en rapporterons à l'opinion du Professeur P. Reclus, qui, pendant un long laps de temps, a expérimenté la stovaïne en la comparant à la cocaïne.

Comme le dit P. Reclus lui-même, il est assez difficile d'évaluer, d'une façon exacte, la plus ou moins grande puissance analgésique d'une substance donnée; on ne dispose pas, en effet, de méthodes permettant de mesurer la douleur, laquelle, d'ailleurs, quoique pouvant être de même intensité, est souvent appréciée différemment par des sujets différents. Toutefois, voici un procédé imaginé par ce clinicien, qui peut renseigner sur la valeur anesthésique comparée de la stovaïne : On choisit une opération où il est nécessaire de pratiquer une

longue incision cutanée, par exemple l'extirpation d'un long segment d'une veine variqueuse; on provoque d'abord, par injection, l'analgésie de la surface sur laquelle portera l'incision, une moitié à la stovaïne, l'autre moitié à la cocaïne, délimitant ainsi en deux parties distinctes le champ d'action de ces substances. Il sera dès lors facile de demander à l'opéré si la section de la peau a réveillé une sensation plus ou moins marquée dans l'une ou l'autre portion. L'éminent chirurgien, qui, à différentes reprises, a institué cette expérience, en arrive à cette conclusion : à part quelques nuances légères, et si fugitives qu'elles se contredisent d'une opération à l'autre, la cocaïne et la stovaïne possèdent absolument la même puissance analgésique, toutes les deux abolissant au même degré la sensation de la douleur. Donc, pour ce qui regarde l'anesthésie, *la stovaïne vaut la cocaïne*, fait qui montre la confiance que l'on peut accorder à l'efficacité de ce médicament. Cependant, disons-le dès à présent, pour obtenir, dans les mêmes conditions, le même degré d'analgésie, il faut employer une quantité plus grande de stovaïne que de cocaïne; là où P. Reclus employait, pour la cure radicale de la hernie, par exemple, 10 à 14 centigrammes de cette dernière, il emploie 16, 18 et même 20 centigrammes de stovaïne; mais, nous le verrons plus loin, la toxicité plus faible de ce produit justifie parfaitement l'usage de pareilles doses.

Quant à la durée de cette analgésie, elle est sensiblement la même que celle de l'analgésie cocaïnique, peut-être un peu plus courte.

II. — ACTION GÉNÉRALE.

Examinons à présent cette deuxième action, et par là même abordons un point non moins intéressant, qui est celui de la toxicité du nouveau médicament.

§ 1. — Toxicité.

A vrai dire, l'action toxique de la stovaïne n'a pu encore être bien déterminée chez l'homme, parce que, procédant par comparaison, on s'est entouré pour la manier de toutes les précautions nécessaires, que l'usage de la cocaïne avait fait connaître, bénéficiant ainsi d'un manuel opératoire d'une rigoureuse précision et ne sortant pas des limites des doses inoffensives; de sorte que l'étude des troubles physiologiques que peut déterminer chez l'homme l'administration d'une dose trop forte de stovaïne n'est point encore élucidée. Par contre, l'expérimentation du laboratoire, constituant toujours en matière de Pharmacodynamie la base de nos connaissances, compense largement le manque des données cliniques. Les expérimenta-

teurs qui se sont surtout occupés de l'étude pharmacodynamique de la stovaïne sont : MM. Launoy et F. Billon, Pouchet et Chevalier; les résultats de leurs expériences peuvent fournir aux cliniciens des indications nettes et précises relativement au mode d'action de ce médicament sur les différents appareils.

Administrée au cobaye en injection sous-cutanée et intra-péritonéale à la dose de 0 gr. 18 à 0 gr. 20 par kilogramme d'animal, la stovaïne détermine la mort en six à huit heures. Chez le chien, dont le système nerveux est beaucoup plus impressionnable, elle est mortelle à raison de 0 gr. 10 à 0 gr. 12 par kilogramme, en injection intra-veineuse; ce qui revient à dire qu'elle est environ *deux fois moins toxique que la cocaïne*. Il est intéressant de noter que l'absorption de ce médicament se fait d'une façon fort rapide, et qu'il n'y a pour ainsi dire pas de différence entre la toxicité par voie intra-veineuse, par voie intra-péritonéale et par voie sous-cutanée, du moins en ce qui concerne le chien. Pour exprimer plus nettement son degré de toxicité, si nous représentons par 1 la dose mortelle de chlorhydrate de cocaïne, celle de la stovaïne sera représentée par 2. De même, si nous représentons par 1 la dose minimale de chlorhydrate de cocaïne produisant des symptômes d'intoxication, celle-ci sera représentée par 3 pour la stovaïne. Inversement, la toxicité du chlorhydrate de cocaïne étant 1, la toxicité de la stovaïne sera 1/2 ou 1/3; c'est-à-dire qu'il faudra en donner 2 ou 3 fois plus pour atteindre la même toxicité.

§ 2. — Tableau de l'intoxication.

Si nous détaillons le tableau symptomatologique de l'intoxication stovaïnique, nous voyons que, d'après les expériences des auteurs précités, il y a deux formes distinctes : l'une, la *forme comateuse*, plutôt propre aux herbivores, le cobaye par exemple; l'autre, la *forme convulsive*, qui se retrouve surtout chez le chien.

1. *Forme comateuse*. — Après l'injection d'une dose toxique, mais non mortelle, de stovaïne, l'animal (cobaye) présente d'abord une agitation passagère peu marquée (période d'excitation), à laquelle fait bientôt suite un affaissement presque complet (période de dépression). L'analgésie est totale : l'animal ne répond plus aux excitations; toutefois, on ne peut dire qu'il est frappé de paralysie; seuls les mouvements volontaires sont un peu plus lents. En même temps, on voit la température baisser de 4°, 5° et même 6° pendant les quelques heures qui suivent l'injection. Cet état persiste pendant six à huit heures, puis les animaux reviennent progressivement à la normale et se rétablissent. Cette

forme d'intoxication est rarement mortelle; cependant, dans certains cas, les animaux sont tardivement pris de convulsions et meurent au cours d'une crise convulsive.

2. *Forme convulsive.* — Prenons, pour mieux fixer les idées, l'exemple d'un chien de 15 kilogs environ, auquel on a injecté 0 gr. 20 de stovaïne en solution à 1 %, soit 20 centimètres cubes. Tout d'abord, l'animal présente de la gêne respiratoire, et parfois même un arrêt complet et passager de la respiration. Laissé libre, il titube; bientôt il est pris de vomissements, puis se couche, car il présente de la faiblesse et même de la paralysie du train postérieur. Quelques minutes après, il est pris d'une secousse généralisée, avec mouvements ambulatoires violents; surviennent ensuite l'opisthotonos et des convulsions franchement toniques qui marquent la fin de la convulsion proprement dite. L'animal reprend sa respiration, qui devient ample, profonde et précipitée. Il cherche alors à se relever; le train postérieur est paralysé, l'incoordination motrice est manifeste, et il exécute pendant quelque temps des mouvements désordonnés; enfin, il parvient à se dresser sur ses pattes et à marcher plus ou moins franchement. Une salivation intense marque la fin de cette période; l'animal se remet alors progressivement. Si l'on continue les injections intra-veineuses, par doses de 0 gr. 20 à intervalles d'un quart d'heure, on voit, à la fin de chaque injection, se reproduire une crise convulsive du même genre que celle qui vient d'être décrite. Cependant, au fur et à mesure des progrès de l'intoxication, ces crises convulsives se différencient suivant que les diverses parties du système nerveux sont plus ou moins touchées. C'est ainsi qu'on voit se produire dans la première partie de l'intoxication des convulsions plutôt cloniques, avec mouvements ambulatoires de galop, de natation, entremêlées de convulsions tonico-cloniques et toniques.

A une période plus avancée, apparaissent de grandes convulsions, à type nettement épileptiforme. L'animal exécute de grands mouvements giratoires sur lui-même et des mouvements en cercle autour de son train postérieur complètement paralysé. Par intervalles, se manifestent des contractures toniques avec opisthotonos et, plus rarement, pleurosthotonos.

Un peu plus tard, ces phénomènes augmentent d'intensité et les crises deviennent subintrantes. Dans la dernière phase de l'intoxication, l'animal présente nettement des convulsions analogues à celles que provoque la strychnine, avec trismus initial et claquement des mâchoires, des tremblements généralisés, de l'opisthotonos et de la con-

tracture des membres en extension forcée. Ces crises sont séparées par des intervalles de repos de plus en plus courts, pendant lesquels l'animal présente de la polypnée. Il meurt à la suite de convulsions se succédant presque sans interruption, la respiration s'étant définitivement arrêtée pendant la crise convulsive.

Quant à la question des variations de température signalées chez le cobaye, les expériences instituées dans ce but démontrent que les intoxications non mortelles ne la font pas varier chez le chien. Ce n'est que dans les intoxications graves et mortelles qu'en raison des violentes convulsions la température arrive à atteindre 41° et même 42°.

Résumant actuellement ce qui se dégage de l'analyse des différentes phases de l'intoxication stovaïnique, nous dirons, avec MM. Pouchet et Chevalier, auteurs auxquels nous avons emprunté la description symptomatologique qui précède, que ce médicament paraît agir comme un poison du système nerveux tout entier : *c'est un poison convulsivant*, se rapprochant en cela de la cocaïne. Les vomissements, les troubles respiratoires que l'on constate toujours immédiatement après les injections, indiquent clairement l'action de cette substance sur le bulbe cérébral. Les convulsions cloniques, les hallucinations, les troubles oculaires paraissent évidemment sous la dépendance d'une excitation des hémisphères cérébraux; l'incoordination motrice et surtout les mouvements giratoires démontrent péremptoirement un trouble du cervelet; les convulsions toniques, l'opisthotonos, les divers autres phénomènes nerveux observés montrent la part prépondérante de la moelle dans la production des accidents, principalement dans les dernières phases de l'intoxication.

En essayant vis-à-vis de la stovaïne certaines substances anticonvulsivantes, telles que le chloralose, le chloroforme à dose anesthésique, le bromure de potassium, on parvient à modifier le type et l'intensité des convulsions, et, de ces diverses modifications, on est autorisé à tirer certaines conclusions, permettant jusqu'à un certain point de dire dans quel ordre et avec quelle intensité les diverses parties du système nerveux central sont atteintes. Bien que ce problème ne soit point encore entièrement résolu, Pouchet et Chevalier attribuent une part prépondérante, dans la production des phénomènes toxiques, à la moelle épinière et au cervelet; le bulbe et les hémisphères cérébraux seraient cependant touchés, mais beaucoup moins profondément.

3. *Action cardiaque.* — En plus de l'action de ce médicament sur l'appareil neuro-musculaire, on a recherché l'action qu'il exerce sur le cœur. Sans

entrer dans le détail de ces expériences, disons simplement qu'il résulte de celles-ci que la stovaïne n'est pas, même à doses assez fortes, un poison du cœur; au contraire, elle peut être considérée comme un tonique de cet organe. En effet, sous l'influence stovaïnique, le nombre des contractions cardiaques diminue, mais l'énergie des systoles et l'amplitude des diastoles augmentent de plus du double, tout en restant toujours régulières. Ce n'est qu'à doses toxiques mortelles qu'après cette période on voit survenir un ralentissement progressif, des intermittences, de la diminution d'énergie, et finalement l'arrêt en systole avec contracture du myocarde.

4. *Action hémolytique.* — D'autre part, M. L. Launoy a recherché l'action qu'exerce la stovaïne sur le sang. Cet auteur a démontré que, mis en présence de celle-ci *in vitro*, les globules rouges présentent le phénomène de l'hémolyse, c'est-à-dire une dissolution, partant une destruction; ces expériences ont porté sur du sang de lapin. Mais, *in vivo*, ce phénomène ne se produit pas; ce n'est qu'à condition d'injecter, par voie intra-veineuse, des doses toxiques et répétées à court intervalle, qu'un certain degré d'hémolyse peut se constater au passage de l'hémoglobine dans le sérum sanguin, et à la légère diminution du nombre des hématies. Donc, pratiquement, vis-à-vis de la masse sanguine, la stovaïne ne détermine pas de lésions.

§ 3. — Pouvoir bactéricide.

Enfin, pour être complet, signalons encore que Pouchet et Chevalier ont découvert à la stovaïne un pouvoir bactéricide réel. Dans des eaux extrêmement chargées de germes de toutes espèces, ceux-ci sont tués déjà au bout de cinq minutes par une solution de stovaïne à 25 ‰, et au bout de vingt-quatre heures par une solution à 1 ‰. En ce qui concerne l'action bactéricide vis-à-vis de cultures pures en bouillon ordinaire, les bacilles typhiques et diphtériques, ainsi que le coli-bacille, sont tués au bout de trente-six heures par une solution variant de 5 à 15 ‰.

III. — APPLICATIONS CLINIQUES.

Ces propriétés toxicologiques de la stovaïne étant connues, il est intéressant de voir l'usage que l'on peut en faire dans le domaine clinique.

Comme nous le disions plus haut, c'est principalement ses propriétés anesthésiques qui sont mises à profit dans la thérapeutique chirurgicale, dans tous les cas où la cocaïne a été employée. Pour l'anesthésie locale, on utilise généralement la stovaïne en solution à 0,3 et 1 ‰, cette solution se

faisant ordinairement dans l'eau distillée contenant 8 ‰ de chlorure de sodium; on peut ainsi injecter plusieurs centimètres cubes et aller sans inconvénients jusqu'à 14, 18 et même 20 centigrammes, selon les opérations à pratiquer. L'injection sous-cutanée détermine une anesthésie suffisamment durable, permettant d'effectuer, le mieux cinq minutes après l'injection, les opérations les plus variées. Nous rapporterons ici les plus importantes, signalées par P. Reclus, telles que : l'extirpation de tumeurs circonscrites cutanées et sous-cutanées, les lupus, les fibromes, les cancéroïdes, les amputations de phalanges d'orteils, de doigts, puis les gastrotomies, les anus artificiels, les hernies ombilicales, inguinales et crurales, étranglées ou non, les hémorroides, les dilatations anales, les varicocèles, les laparotomies pour kystes ovariens non adhérents, les empyèmes avec ou sans réssections costales. Cette série assez longue montre suffisamment la diversité des interventions possibles pour que nous ne nous y arrêtions pas plus longtemps; mais il est, nous semble-t-il, plus important d'insister sur l'innocuité de la méthode. Au cours de sa pratique déjà longue, P. Reclus n'a eu à déplorer aucun accident mortel; parfois, il a noté de petits troubles physiologiques, se traduisant par une légère pâleur de la face, un peu d'anxiété pré-cordiale, mais cela bien plus exceptionnellement encore qu'avec la cocaïne.

Nous signalions plus haut, comme propriété de ce nouvel anesthésique, une certaine action vasodilatatrice; il résulte de ce chef des avantages et des inconvénients. L'inconvénient, c'est qu'au cours de l'opération, les vaisseaux — surtout ceux de petit calibre, qui ne se distinguent pas et qu'on ne peut lier — versent sur le champ opératoire une nappes sanguine qui le voile; de là la nécessité de tamponner fréquemment et de se préoccuper plus souvent de l'hémostase. Mais, d'un autre côté, la vaso-dilatation des vaisseaux cérébraux constitue un réel avantage. Tandis que l'action vasoconstrictive de la cocaïne réclame chez le patient le décubitus horizontal, à cause des menaces de syncope, la stovaïne, en congestionnant le bulbe, supprime la syncope et permet aux malades d'être opérés assis et de se lever aussitôt après l'opération; ceci s'applique surtout aux opérations portant sur la bouche et sur la tête.

Mais la stovaïne peut être employée en chirurgie pour des opérations beaucoup plus étendues que celles dont nous avons parlé, grâce à l'anesthésie de la moitié inférieure du corps qu'elle détermine par injection sous-arachnoïdienne au niveau des vertèbres lombaires. Ce genre d'anesthésie, réalisé d'abord à l'aide de la cocaïne par Bier et Tuffier, il y a six ans, fut assez employé pour qu'actuelle-

ment on en connaisse exactement les conséquences ; mais les graves accidents, symptômes d'intoxication cocaïnique, qui marquent ces tentatives, de même que des cas de mort, jetèrent un discrédit complet sur la rachicocaïnisation, laquelle est à présent à peu près abandonnée. L'idée de remplacer, ici également, la cocaïne par la stovaïne était tout indiquée. Les premiers essais, institués dans cette voie par MM. Chaput, L. Kendirdjy et Berthaux, montrèrent, en effet, le bien fondé de cette substitution. Cette anesthésie par voie rachidienne, ou rachistovaïnisation, est pratiquée à l'aide d'une solution à 10 % de stovaïne et de chlorure de sodium ; la dose moyenne à injecter est de 4 centigrammes, correspondant à peu près à un demi-centimètre cube de cette solution. Mais, comme celle-ci est trop concentrée, et que, d'autre part, il a été prouvé par M. Guinard que l'eau servant de véhicule provoque de l'irritation des méninges, cette dose de 4 centigrammes est diluée à son tour, mais cette fois dans le liquide céphalo-rachidien lui-même ; voici comment on procède : après avoir aspiré la dose indiquée de stovaïne dans une seringue, l'aiguille est détachée de celle-ci et plantée dans le deuxième espace lombaire du patient ; quand l'aiguille a pénétré dans l'espace sous-arachnoïdien, on voit aussitôt le liquide céphalo-rachidien s'écouler ; on adapte alors à l'aiguille la seringue chargée et le liquide céphalo-rachidien pénètre, par sa propre pression, dans la seringue en refoulant le piston. Lorsque le mélange du liquide rachidien et de stovaïne — mélange qui devient aussitôt opalescent — a atteint 1 centimètre cube, on l'injecte dans le sac médullaire et l'on retire brusquement aiguille et seringue. On a ainsi injecté 1 centimètre cube d'une solution non plus à 10 %, mais à 4 %, de stovaïne et de chlorure de sodium, qui ne saurait irriter la pie-mère.

Dans ces conditions, l'anesthésie se manifeste de trois à quinze minutes après l'injection, et dure en moyenne quarante minutes, laps de temps suffisant pour accomplir la majorité des opérations, du moins celles qui portent sur les membres inférieurs, les organes génitaux, le périnée et l'abdomen, car la rachianesthésie stovaïnique s'étend seulement à la moitié inférieure du corps, sa limite supérieure étant représentée par un plan transversal passant par l'ombilic. D'après L. Kendirdjy et Berthaux, qui ont pratiqué de la sorte soixante-quatre opérations, l'analgésie serait constante ; cependant, entre les mains d'autres médecins qui en ont fait l'usage, Sonnenburg, de Berlin, par exemple, il y aurait quelques cas où celle-ci a fait complètement défaut. Néanmoins, tous s'accordent à reconnaître qu'il n'y a, à la suite de la rachistovaïnisation, ni accidents immédiats, ni accidents consécutifs. Pas

de pâleur, pas de sueurs, pas de tremblement exagéré des membres, aucune modification du pouls et de la respiration, ainsi que cela se manifeste si souvent pour la cocaïne ; les malades restent calmes et ne présentent ni vomissements ni nausées.

De ce qui précède, il résulte donc que cette méthode d'analgésie lombaire stovaïnique doit être considérée comme réellement supérieure à la rachicocaïnisation, non pas tant pour l'anesthésie en elle-même que pour son innocuité, fait qui, à lui seul, présente déjà une importance capitale, puisqu'il écarte les accidents mettant la vie en danger.

En dehors du domaine de la Chirurgie générale, la stovaïne peut rendre, ainsi qu'on est en droit de s'y attendre, de réels services. Dans la thérapeutique oculaire, par exemple, où l'essai en a été fait, notamment par M. de Lapersonne, on peut l'utiliser en instillations et en injections sous-conjonctivales. Pour les instillations, on se sert généralement du collyre au vingt-cinquième ; quatre à cinq gouttes de celui-ci, déposées à la surface de l'œil, suffisent pour produire une anesthésie profonde, permettant d'opérer des cataractes et des iridectomies. D'autres fois, on peut recourir aux injections sous-conjonctivales, qui sont pratiquées alors avec la solution au centième, après instillation préalable, et opérer ainsi les strabismes, l'anesthésie étant complète et l'opération pouvant être commencée une minute après.

Enfin, en Médecine générale, dans toutes les affections où la cocaïne est employée, la stovaïne trouve son application. Par voie stomacale, elle réussit dans les affections douloureuses de l'estomac, où elle peut être prescrite sous forme de sirop et ingérée à raison de 2,5 centigrammes par dose ; de même, dans les cas de vomissements, elle peut être administrée seule ou en association avec la morphine. Signalons encore son emploi local dans les cas de névralgie, dans le traitement des plaies douloureuses, des ulcères, des crevasses, des hémorroïdes, les extractions dentaires, etc.

En résumé, la stovaïne est appelée à être employée dans de nombreux cas ; si l'on fait la part de ses avantages et de ses inconvénients, on peut dire que ces derniers sont en réalité assez minimes. Mais, à notre sens, un point surtout doit dominer la question : c'est la *faible toxicité* de ce médicament, démontrée d'une part par les expériences de laboratoire, d'autre part par les faits cliniques ; et, bien qu'il y ait certaines imperfections inhérentes à son emploi, — quel est du reste le médicament qui n'en présente pas ? — cet avantage suffirait déjà à démontrer que la stovaïne a réalisé en Thérapeutique un progrès immense.

D^r J. Meurice,

Assistant à l'Institut de Pharmacodynamie
de l'Université de Gand.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vahlen (K. Th.). — *Abstrakte Geometrie* (La Géométrie ABSTRACTE). — 1 vol. in-8° de xi-302 pages. (Prix : 12 marks.) Teubner, éditeur. Leipzig, 1906.

L'ouvrage appartient à la collection des manuels (Lehrbücher) que la maison Teubner édite depuis quelques années. Il est parfaitement résumé par son sous-titre, dont voici la traduction : « Recherches sur les fondements de la Géométrie euclidienne et non-euclidienne ».

S'inspirant des résultats les plus récents de la critique géométrique et notamment des idées de M. Poincaré, M. Vahlen cherche à mettre en lumière et à distinguer ce qui, en Géométrie, provient des deux sources différentes dont cette science découle :

I. — Logique pure et Arithmétique ;

II. — Empirisme, c'est-à-dire notions et conventions suggérées par l'expérience du monde extérieur (corps rigides et solides, etc.).

L'auteur développe ainsi une Géométrie « abstraite » dont les géométries euclidienne et non-euclidiennes ne sont plus que des cas particuliers, traités sur le même pied.

On a d'abord, dans les cas euclidien et non-euclidiens, la géométrie projective, où les différents points d'une droite jouent le même rôle. Puis arrive la géométrie affine : on y distingue sur une droite certains points spéciaux ou impropres (uneigentliches Punkt). Dans le cas euclidien, chaque droite possède un — et un seul — pareil point : l'intersection avec une quelconque de ses parallèles. Il n'en est plus de même pour les cas non-euclidiens.

Vient enfin la géométrie métrique (toujours : euclidienne et non-euclidienne), fondée sur la coïncidence et la non coïncidence des vecteurs (Strecke).

Le livre est fort intéressant, éminemment suggestif. La lecture en est parfois laborieuse, mais cela est inévitable en pareille matière.

LEON AUTONNE.

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

Musil (Alfred), *Professeur à l'Ecole technique supérieure de Brünn*. — *Bau der Dampfmaschinen*. — 1 vol. in-8° de 233 pages avec 102 figures. (Prix : 10 fr.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig, 1905.

L'auteur déclare, dans sa préface, qu'il s'est proposé le double objet de présenter la théorie des turbines à vapeur et de faire connaître leur construction ; son livre a été écrit non seulement pour les élèves-ingénieurs des Ecoles techniques, mais il s'adresse encore à tous les ingénieurs désireux d'acquiescer quelque compétence dans la matière. Ce double programme est bien rempli, avec une lucidité et une méthode toute française, que nous sommes heureux de signaler chez notre collègue autrichien ; traduit dans notre langue, cet ouvrage ne trahirait rien de ses origines étrangères.

La table des matières indique que, sur huit chapitres, les deux premiers sont consacrés à des généralités, alors que les six autres ont spécialement pour sujet les turbines de Laval, Parsons, Zoelly, Riedler-Stumpf, Curtis et Rateau. Chacun de ces derniers chapitres est rédigé sur le même plan : après avoir donné leur caractéristique théorique, on étudie le mode de construction des turbines et leur fonctionnement, et l'on finit en rapprochant un certain nombre de résultats d'essais de consommation.

Les figures sont parfaitement exécutées et repré-

sentent bien les détails d'agencement des divers organes.

En somme, le livre de M. Musil constitue une œuvre excellente de vulgarisation, élémentaire dans son exposé théorique, claire dans ses descriptions et assez complète dans son ensemble pour faire bien connaître les turbines, les avantages qu'elles présentent et le bel avenir qui les attend.

AIMÉ WITZ.

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Blanco (P. Antonio), *Professeur au Collège des Augustins de Valladolid*. — *Hidrometeorologia castellana, segun los datos recogidos en el Colegio de PP. Augustinos de Valladolid desde 1892 al 1905*. — 1 vol. de 248 pages gr. in-12. Valladolid, Imprenta « La Nueva Pínea », 1906.

Le présent livre fait suite à un ouvrage publié en 1891, par le P. Rodriguez, directeur de l'Observatoire du Vatican, où étaient résumées les données d'observations du Collège de Valladolid de 1878 à 1892. Celui-ci résume les observations faites à l'Observatoire météorologique de ce Collège de 1892 à 1905. Il donne des graphiques et des tableaux numériques intéressants.

Les travaux classiques de M. Teisserenc de Bort nous ont bien fait connaître, dans son ensemble, le climat de la Péninsule ibérique. Néanmoins, les stations où l'on fait, en Espagne, de bonnes observations sont encore trop peu nombreuses pour qu'on ne soit pas reconnaissant à ceux qui poursuivent régulièrement et publient ensuite de longues séries d'observations consciencieuses.

L'auteur du livre reprend à l'occasion de chacun des éléments météorologiques : pression, vents, pluie, etc., un exposé des notions générales sur la variation de cet élément, sur la théorie de chacun des hydrométéores ; on comprend très bien son but, qui est de montrer à ses lecteurs espagnols en quoi chacune des observations instituées au Collège est intéressante, parce qu'elle vient se classer dans un cadre scientifique préparé. Mais il faut avouer que l'exposé théorique, assez élémentaire, intéresse beaucoup moins l'étranger que les tableaux accompagnés de remarques soigneuses sur le régime des vents dans la Vieille-Castille, — on a en moyenne 38 % d'heures où soufflent des vents de S.-W. et 30 % d'heures où soufflent les vents de N.-E., — sur les jours et les quantités de pluie, de neige, de gelée blanche, etc.

L'année la plus pluvieuse de la série est 1895, qui a donné 824 millimètres d'eau à Valladolid, à 741 mètres d'altitude ; la moins pluvieuse est 1900, qui a donné 295 millimètres. L'auteur attribue une grande importance, pour la régularisation des cours d'eau, au reboisement ou au regazonnement des montagnes, ce qu'il appelle d'un mot « la repoblacion de los montes ». On ne saurait lui reprocher de commencer en Espagne une campagne analogue à celle qui se poursuit en France depuis quelques années, l'Espagne et la France étant les deux pays (avec l'Angleterre) où le déboisement a fait le plus de ravages ; mais peut-être serait-il embarrassé pour appuyer ses affirmations quand il soutient, par exemple, que le mistral n'est qu'un effet du déboisement des Cévennes. Et l'auteur qui dirige, je le répète, des observations intéressantes, aurait tout avantage à se conformer aux instructions et conventions des Conférences météorologiques internationales ; par exemple, il écrit O. et S.-O. pour Ouest et Sud-Ouest, alors qu'on écrit partout W. et S.-W., la lettre O étant

exclue parce qu'elle signifierait l'Est en Allemagne, et les lettres E pour l'Est et W pour l'Ouest étant employées en tous pays.

BERNARD BRUNHES,

Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme

Whetham (W. C. D.), *Membre de la Société Royale de Londres, Fellow of Trinity College, Cambridge.* — *The recent Development of physical Science.* — 1 vol. in-8° de 347 pages, avec 39 figures et planches. (Prix: 7 s. 6 d.) John Murray, éditeur. Londres, 1905.

L'ouvrage de M. Whetham a eu une fortune rare pour un livre de science. Dans la seule année 1904, il a vu trois éditions, qui témoignent à la fois de l'intérêt des sujets traités et de la curiosité de bon aloi que les récentes découvertes scientifiques ont éveillée dans le public.

Il faut reconnaître qu'à l'heureuse période où vivent aujourd'hui les hommes de science, on peut puiser à pleines mains dans les trésors qui s'accumulent chaque jour, sans cesser de rencontrer des merveilles. C'est ainsi que M. Whetham a procédé, regardant au près ou au loin, au près surtout, ce qu'il pouvait, sans être trop particulariste, dans ce foyer d'intelligence que n'a cessé d'être Cambridge. Vivre dans un tel milieu pour qui voudrait faire un traité général et complet ne serait pas sans inconvénients. Les choses proches et familières ont une importance que les lointains diminuent; et, dans un ouvrage d'ensemble, où tout doit être équilibré, elles peuvent tenir trop de place. Mais ce n'est pas un ouvrage d'ensemble qu'a écrit M. Whetham; c'est une suite de monographies sur des sujets actuels, et, comme il avait le libre choix, on trouvera naturel qu'il ait traité surtout les questions qu'il connaît bien. Le fait que la science britannique y tient beaucoup de place relativement à l'ensemble du travail mondial cesse, dans ces conditions, de mériter une critique; nous saurons, au contraire, gré à l'auteur de nous l'avoir mieux fait connaître.

Mais, si les sujets traités par M. Whetham sont détachés de la Physique, et en quelque sorte indépendants, ils ne sont pas rassemblés dans son ouvrage sans un lien ou un fil conducteur. Une excellente introduction, sous le titre: *The philosophical basis*, donne une esquisse des procédés modernes de la pensée scientifique, de la notion de loi, transformée au xix^e siècle par la renaissance de la science expérimentale. Les Anciens disaient qu'une pierre tombe parce que chaque corps de la Nature cherche sa place, qui est aussi bas que possible. Galilée, en se demandant non *pourquoi* une pierre tombe, mais *comment* elle tombe, c'est-à-dire par quelle loi mathématique, a ouvert la voie dans laquelle s'est engagée la science de nos jours.

Il suffirait de reproduire les titres des sujets traités pour montrer que le choix en est excellent. Mais, en les passant en revue, nous verrons, de plus, qu'ils se suivent dans un ordre d'une logique parfaite, chacun présentant, sur le précédent, un nouveau degré de complication et de mystère.

La question de la liquéfaction des gaz est fort clairement exposée, avec le détail des expériences de détente, abordées pour la première fois par Gay-Lussac, mais dont Thomson et Joule ont montré le véritable sens. La fusion et la solidification, dans leur aspect moderne, où la micrographie et les diagrammes d'équilibre ont illuminé des points restés longtemps obscurs, serait un chapitre très complet si l'auteur y avait fait un peu plus de place aux travaux des métallurgistes français et aux idées de M. Tammann, qu'il n'est plus possible de passer sous silence lorsqu'on parle des états solide et liquide. Le chapitre est fort intéressant cependant, puisque l'œuvre des métallurgistes anglais est de premier ordre, puisque MM. Heycock et Neville ont donné l'un des diagrammes les mieux connus, celui des alliages cuivre-étain, et, puisque, pour retourner aux origines, Willard Gibbs, dont l'œuvre est esquissée par M. Whetham, a été l'initiateur de la théorie des équi-

libres hétérogènes. Avec cet ensemble de travaux, que l'auteur groupe fort bien, on peut saisir le principe des idées qu'il s'est proposé d'exposer.

Dans les questions concernant la dissolution, M. Whetham est de compétence exceptionnelle. L'ouvrage d'ensemble qu'il a publié, il y a quelques années, sous le titre: *On Solution*, a été, en effet, pour lui l'occasion d'en faire une étude approfondie, à laquelle il a apporté d'importantes contributions personnelles. Nous rencontrons, dans ce chapitre, une idée nouvelle, qui contient un germe de l'explication du pouvoir coagulant des corps de diverses valences, ajoutés aux solutions colloïdales.

Les trois chapitres qui précèdent se rapportent presque uniquement à la matière. Les suivants envisagent celle-ci en connexion avec l'éther, dans la *Conduction de l'électricité par les gaz*, la *Radio-activité*, et dans un chapitre spécial où sont exposées nos connaissances sur les actions réciproques de l'éther et de la matière.

Les deux premiers sont trop à l'ordre du jour et partant trop connus pour que nous insistions sur l'exposé qu'en donne l'auteur, et qui ne pouvait être que parfait sous la plume d'un collègue de M. J. J. Thomson. *Atoms and Ether* nous en donne comme un résumé philosophique d'une haute valeur. La détermination de la grandeur approximative des molécules, qui fit tant d'impression il y a quelque vingt-cinq ans, parut alors d'une extrême hardiesse. A côté des théories qui évoluent aujourd'hui, elle peut passer presque pour un timide essai. Le résultat de cette évaluation est bien connu; l'auteur l'indique cependant, surtout pour montrer plus tard quelle est la relation de grandeur entre ces molécules qui sont, pour le physicien d'aujourd'hui, un édifice déjà très compliqué, et les vrais atomes, corpuscules ou électrons, qui sont leurs éléments constitutifs.

L'une des plus curieuses tentatives de reconstitution de la molécule en partant des corpuscules est due au Professeur J. J. Thomson. Etudiant par le calcul des expériences déjà anciennes de Mayer, il détermine les conditions de stabilité d'un ensemble composé d'une surface sphérique électrisée positivement, et d'un groupe plus ou moins complexe d'électrons négatifs, qui gravitent à son intérieur.

Ces électrons se disposent en anneaux, qui peuvent être stables jusqu'à un nombre déterminé, et cessent de l'être si leur nombre est augmenté au delà de cette limite. Alors, il se forme un nouvel anneau, qui grossit, pour arriver, à son tour, à la limite instable. Or, à partir du nombre minimum de corpuscules constituant une série déterminée d'anneaux, on peut en ajouter un, deux, trois, qui donnent à l'atome un nombre égal de valences négatives. La quatrième forme le sommet, au delà duquel les valences libres deviennent positives, et décroissent jusqu'à l'unité; enfin, à la limite, on trouve le corps sans valence. Cette conception nouvelle pourrait passer pour un simple jeu de l'esprit, si le rapprochement de la géniale conception de J. J. Thomson avec les séries de Mendeleef ne montrait un accord que l'on est obligé de considérer comme une merveille. Les cinq gaz inertes sont les limites des corps constitués par des molécules possédant un nombre déterminé d'anneaux; entre deux limites successives, les corpuscules additionnels déterminent les valences, positives ou négatives, suivant que l'on tend vers l'édifice stable supérieur ou inférieur, auquel on arrive en ajoutant des corpuscules négatifs, ou en les neutralisant. Les conceptions modernes ramènent naturellement à l'idée que les atomes sont des centres de forces, idée qui reparait plusieurs fois par siècle comme originale, mais que Bosovich opposa déjà aux sphères impénétrables de Démocrite. Les corpuscules électrisés transportent des tubes de force électrique; si, à un moment donné, ces corpuscules éprouvent une accélération (de vitesse ou de direction), le tube, à leur contact, suit le changement de leur mouvement, et cette modification de leur déplacement se transmet de proche en proche. C'est

cette perturbation qui constitue l'onde électromagnétique ou lumineuse : lumière véritable si le mouvement de l'électron est une oscillation amorphe ; lumière polarisée si cette oscillation est régulièrement dirigée en cercle, sur une ellipse ou dans un plan ; rayon X si le mouvement est brusque et très fortement amorti.

La notion de l'inertie électromagnétique permet d'aller plus loin, et de déterminer la grandeur des corpuscules par la connaissance de la valeur numérique de l'expression $2e^2/3a$, e étant la charge transportée, a son rayon.

L'étude des rayons β du radium ou des rayons cathodiques montre ainsi que le volume d'un électron est 10^{16} fois plus petit que celui d'un atome, de telle sorte que l'électron se meut dans l'édifice atomique avec la même liberté qu'un moucheron dans une cathédrale. C'est peut-être à cette extrême discontinuité de la matière qu'on peut attribuer l'absence d'écrans pour la gravitation.

Cette discontinuité de la matière est partagée par l'électricité, dont la quantité primordiale est la charge de l'électron, ou plutôt l'électron lui-même, si l'on admet, avec Larmor, que le sous-atome est un centre de tension dans l'éther, brisé et mal ressoudé. On connaîtrait dès lors la véritable unité électrostatique, et le système général des unités électriques, qui contient, à la base, une donnée arbitraire, pourrait être constitué entièrement sur des données naturelles.

Ce n'est pas la seule discontinuité que nous enseignent l'évolution actuelle de la science. La lumière, surtout de haute fréquence, ionise les gaz qu'elle traverse ; mais cette ionisation n'atteint qu'une proportion extraordinairement faible des molécules. On peut en imaginer deux raisons : ou bien très peu de molécules sont réellement frappées par la lumière, ou bien un très petit nombre est dans l'état réceptif. Or, la température a une influence à peu près nulle sur le pouvoir ionisant de la lumière, alors que son élévation devrait mettre les molécules dans l'état instable, c'est-à-dire réceptif. C'est donc la première hypothèse qui semble vraie, et il en résulte que les tubes de force n'occupent qu'une portion très faible de la surface de l'onde.

Ce chapitre de M. Whetham, vrai poème de science, se termine malheureusement par un oubli : « Darwin et Wallace, dit-il, nous ont révélé l'évolution des organismes vivants ; il semble possible que Thomson, Larmor et Rutherford nous donnent le moyen de suivre le processus correspondant pour la matière inorganique. » Assurément, les biologistes et physiciens britanniques que cite l'auteur brillent au premier rang des penseurs auxquels nous devons les deux théories parallèles de l'évolution. Mais il ne faudrait point oublier Lamarck dans la première, ni, dans la seconde, ceux qui découvrirent l'ionisation, les radiations nouvelles et la radioactivité.

L'exceptionnelle importance du chapitre dont je viens de parler nous a retenus si longtemps que je dois me borner à signaler celui par lequel se termine l'ouvrage, et qui est consacré à l'Astro-physique ; l'originalité en est moins transcendante, mais l'intérêt en est aussi très soutenu.

CH.-ED. GUILLAUME,

Directeur-adjoint
du Bureau international des Poids et Mesures

rais de tungstène sont aussi très nombreux. Le molybdène, bien que moins répandu, n'est cependant pas rare.

Ce petit volume est une excellente compilation de travaux assez nombreux, mais très disséminés. Chaque métal est étudié au point de vue de son histoire, de ses minerais et de leurs traitements. L'auteur a su grouper un grand nombre de méthodes de dosage de ces métaux. C'est là un grand service qu'il a rendu aux chimistes, qui sont généralement embarrassés lorsqu'il s'agit de séparer et de doser ces métaux, dont les traités d'analyse ne disent, en général, rien ou presque rien. Et, cependant, on ne saurait faire une analyse de terre ou d'argile sans se préoccuper de la présence très fréquente du titane et du rôle qu'il peut jouer : par exemple, le titane influe sur la fusibilité des argiles et sur leur coloration après cuisson.

On trouvera également dans ce petit livre les applications, mises au point, de ces « petits métaux », notamment en sidérurgie.

Ce volume est la suite naturelle de la monographie, parue dans la même collection, sur le vanadium, qui, lui aussi, est un « petit métal ».

A. HOLLARD,
Docteur en sciences.

3° Sciences naturelles

Lemoine (Paul), Préparateur de Géologie à la Sorbonne. — Mission dans le Maroc occidental. — 4 vol. in-8° de 224 pages. (Prix : 3 fr.) Publication du Comité du Maroc. Paris, 1903.

Cet intéressant Rapport contient les résultats d'une mission de reconnaissance géologique exécutée, pour le compte du Comité du Maroc, dans la partie du Bled-Maghzen située entre Sâfi et Mogador à l'ouest, Marrakech et le Glaoui à l'est. Il complète, précise et même met au point les observations spéciales des précédents voyageurs dans cette région, notamment les données fournies depuis 1901 par les travaux remarquables de M. A. Brives.

Les chapitres de beaucoup des plus importants et les plus nouveaux du livre sont celui qui est consacré à la description physique et économique sommaire des régions visitées, un peu rapidement peut-être par l'auteur, et surtout celui qui renferme les notes, en très grande partie personnelles, sur les terrains, la stratigraphie, l'orogénie des pays du Bled-Maghzen. Laisant de côté les mesures d'altitude et les rectifications topographiques de la carte à 1/1.000.000 donnée en 1904 par M. Flotte de Roquevaire, j'analyserai brièvement ici les principaux résultats qui se dégagent des pages en question. Je n'aurai que quelques mots à dire ensuite, au sujet du journal de route de M. Lemoine, et de ses observations sur les populations du Maroc.

Les régions naturelles du Bled-Maghzen, dans la contrée visitée par M. Lemoine, peuvent maintenant être considérées comme connues dans leur ensemble. En partant de l'Océan, les « dômes anticlinaux » du Djebel Hadid et du Djebel Kourat, formés de couches calcaires redressées, sont entourés, à l'ouest et au nord, de pays fertiles : les sédiments tertiaires de la plaine d'Aquermout, à l'ouest, portent des cultures maraîchères, tandis qu'au nord les calcaires marneux, tertiaires aussi, du Riât, avec leurs flots de terres noires, sont le domaine du blé et des grandes fermes « azibs » ; et l'on en pourra dire autant dans l'avenir, selon M. Lemoine, de tout le pays des Abda. Au contraire, les calcaires crétacés horizontaux des Chiadma, à l'est de Magador, donnent lieu à un plateau boisé assez pauvre. Les Djebilet (850 mètres au maximum) correspondent à une série de plis schisteux parallèles dirigés nord-sud ou nord-est sud-ouest ; le sol y est très médiocre, mais ces « montagnes » sont coupées de vallées profondes, et c'est là que trouvent un abri contre le pillage les tribus qui cultivent El-Bahira au nord, ainsi que la partie septentrionale de la grande plaine de Marrakech, au sud. Cette dernière, véritable centre à l'heure actuelle

Truchot (P.), Ingénieur-Chimiste. — Les Petits métaux : Titane, Tungstène, Molybdène. — 1 vol. in-16 de 189 pages (de l'Encyclopédie des Aide-Mémoire de M. Leaute). (Prix : 2 fr. 50.) Gauthier-Villars et Masson, éditeurs, Paris, 1906.

Le titane, le tungstène et le molybdène sont désignés ici sous le nom de « petits métaux », sans doute parce qu'ils sont peu connus, mais non pas à cause de leur rareté : Le titane, en effet, forme un des constituants principaux de la couche terrestre. Il s'y trouve même en quantité plus notable que le carbone, le soufre, le manganèse, puis qu'on l'estime à 0,33 % des constituants de l'enveloppe du globe. Les zisements de mine-

de la puissance du Sultan, est inclinée vers l'ouest (Marrakech, 100 mètres) : balayée de proche en proche par l'Oued Tensift, que ses affluents de gauche ont peu à peu rejeté vers le nord, jusqu'au pied presque des Djebilet, elle a de très bonnes terres d'alluvions limoneuses, riches en carbonates et faciles à irriguer, mais mal utilisées jusqu'ici (vigne, arbres fruitiers et dattiers, légumes). Au sud, enfin, de cette plaine, M. Lemoine a longé la bordure nord de l'Atlas, de chaque côté d'Anisimz, mais il a surtout étudié la route, jadis suivie par de Foucauld, qui mène par l'Oued Rdat jusqu'au château-fort du Caïd des Glaoui, sur le versant méridional de la chaîne. Le Tizi n' Telouet (2500 mètres), où se trouve « un excellent chemin muletier », n'a pas perdu de son importance comme point de passage : 12 tonnes environ de marchandises y circulent par jour. Les sommets voisins ont de la neige toute l'année, mais ne portent ni glaces, ni neiges.

L'étude de M. Lemoine sur la nature des roches et leur disposition est accompagnée d'une carte géologique nouvelle (p. 213), de nombreuses photographies, de coupes dressées sur place, et aussi de références précieuses aux travaux récents, qui en font une véritable synthèse. Elle mérite tout à fait l'attention, car elle pose nettement, et résout en partie plusieurs problèmes d'un intérêt pratique autant que scientifique sur la structure et l'histoire physique des pays de l'Atlas. Elle a, d'ailleurs, été complétée déjà, depuis sa première publication au *Bulletin du Comité de l'Afrique française*, par des communications à l'Académie des Sciences¹ ; et M. Lemoine annonce qu'il prépare avec M. L. Gentil, son collègue, un travail d'ensemble sur le Maroc, comportant les observations faites par ce dernier dans le Bled-es-Siba, aux côtés de M. de Segonzac. C'est ainsi aux savants français que l'on devra les principales contributions à l'étude du Magreb occidental, malgré les très estimables publications des Anglais (Thomson) et des Allemands (von Fritsch, von Pfeil, Th. Fischer).

La série primaire est représentée : par les schistes plissés des Djebilet, à nombreux filons de quartz, et injectés de granites qui affleurent presque, en certains points ; par les schistes carbonifères (sans gisements reconnus de charbons) de l'Oued Rblah, sur le versant nord des Glaoui, et des Anisimz, analogues à ceux reconnus dans l'Oued Draa, et récemment dans la région de Figuig (M. F. Gautier). Mais il y a encore incertitude sur l'âge des grès de Zerkten (O. Rdat) et de Tizi n' Telouet (Glaoui), plissés aussi, et qui peuvent appartenir, comme ceux du Sahara central et ceux de certaines parties du Soudan (Guinée française littorale), au Permien ou à l'Infracrétacé. Les grès et les argiles du Trias, à gisements gypsifères et salifères, et peut-être à minerais de cuivre, se présentent, soit en revêtements épais sur les pentes inférieures septentrionales du grand Atlas (O. Rdat, soit pincés dans les plis de formation plus récente (sommet du Djebel-Hadid). Sur le Trias des plateaux de l'ouest, repose toujours le Crétacé, et l'on croyait jusqu'ici que le Jurassique était absent de la contrée ; mais M. Lemoine a établi qu'en un point tout au moins, dans le Djebel-Hadid, les escarpements calcaires presque verticaux qui contenaient dans leurs fissures les limonites, maintenant épuisées, sont du Jurassique. Ces terrains ont été ailleurs, ou entraînés par l'érosion, ou noyés par la grande extension déjà connue des mers crétacées, dont les sédiments faiblement inclinés, et à niveaux d'eau réguliers, forment aujourd'hui le sous-sol des plateaux des Ghidma et des Ilaha, au sud du Djebel-Hadid. Le Tertiaire est représenté par des lambeaux horizontaux de calcaires éocènes, à gros silex, ou gréseux (contenant des phosphates) comme ceux du plateau du Chichaoua, et surtout par les vastes nappes de formations néogènes, à gisements de gypses, du Riat et des Abda, avec leurs cuvettes d'effondrement

garnies de terres noires (« tirs »). Enfin, M. Lemoine a étudié les terrasses d'alluvions caillouteuses et de conglomérats de l'Oued Tensift, élevées de 17, 30 et 70 mètres au-dessus du lit actuel du cours d'eau.

M. Brives avait admis², en ce qui concerne l'orogénie de l'Atlas Marocain, qu'il représente un témoin encore élevé de chaînes hercyniennes de directions sensiblement méridiennes (comme dans l'Espagne occidentale, le Sahara central et dans la Sénégambie-Soudan). Cette direction est, en effet, celle des plis des Djebilet. Mais elle ne se retrouve pas dans le « dôme anticlinal aigu » du Djebel-Hadid. Et, d'autre part, dans la région du Grand Atlas vue par M. Lemoine (Glaoui), les bandes de calcaires verticaux et les schistes des bas et des moyens versants, plissés N.-S. ou dans des directions voisines, sont surmontés en discordance par des grès probablement infra-crétacés, plissés de l'ouest à l'est, (Tizi n' Telouet). L'Atlas est donc, selon l'auteur, le résultat de deux ridements successifs, l'un hercynien et l'autre alpin. Ce dernier a donné lieu à des « plis couchés sur le Primaire, avec ou sans intercalation de Trias » ; il y a même eu, grâce aux argiles du Trias, des glissements, et peut-être des charriages ; et, comme cet « empilement de plis couchés » se reproduit sur les deux versants, le résultat est une structure en éventail simulant des gradins séparés par des failles. Les observations de M. Gentil dans le Bled-es-Siba, et de MM. Fichet et Gauthier dans la région de Figuig, confirment cette manière de voir.

Le récit du tranquille voyage de M. Lemoine, par lequel l'ouvrage débute, n'apporte presque rien de nouveau. Il se recommande d'ailleurs par la sobriété et la précision des tableaux ; et il fait ressortir heureusement certains faits déjà connus, par exemple le rôle des Juifs et de l'Alliance Israélite pour la « francisation ».

L'étude sur les populations est, à certains égards, plus importante. L'auteur insiste avec raison, après M. Doullé, sur les distinctions à faire, tant au point de vue politique et religieux qu'au point de vue économique, entre les Arabes cultivateurs des plateaux de l'ouest et les Chleuhs de l'Atlas. Il expose la formation dans le Bled-Maghzen des grands caïdats, constitués par la réunion, sous l'autorité d'un même caïd, de plusieurs tribus achetées au Sultan : Si Aïssa el Abdi, qui lève l'impôt et les hommes chez les Doukhla et les Abda, d'autres chefs encore, par exemple Si el-Medani, qui gouverne les Glaoui et le Mestoua, et dont l'autorité s'étend presque jusqu'aux portes de Marrakech, sont aussi respectés que les Cheurfa, et ont plus de moyens d'action que le sultan lui-même. Cette constatation est importante. Mouley Abd el Aziz, n'étant, en effet, pas plus obéi dans le Gharb, comme le constate M. Lemoine lui-même, qu'à Tanger et à Fez, et le vrai Maghzen ne se composant guère, en somme, que de la région décrite dans ce livre, la plus riche comme la plus tranquille, d'ailleurs, on se demande quelles forces vont rester au Sultan pour reprendre la lutte contre le Rogui. D'autant plus que celui-ci passe pour un homme de commandement, vraiment obéi par plus de 100 tribus, et qu'il est bien, semble-t-il, le frère aîné de Mouley Abd el Aziz. Que pensent donc au juste les accords européens pour maintenir l'intégrité marocaine, et pour consolider l'autorité du Sultan ? Et M. Lemoine ne va-t-il pas un peu loin dans sa confiance en la politique française de réformes pour le Maghzen et de « pénétration pacifique », avec ou sans mandat de l'Europe ? On serait même tenté de croire qu'avec d'autres, il a une tendance à regarder les réformes en question comme le début d'une sorte de protectorat. Mais cela n'enlève rien au grand mérite du géologue.

F. MACHAT,
Docteur ès lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

¹ Voy. notamment : *C. R. Acad. Sc.*, 1905, p. 393.

² *Bull. de la Soc. Geogr. Alger*, 1903.

Société préhistorique de France. — *Manuel des Recherches préhistoriques.* — 1 vol. in-16 de ix-332 pages avec 205 figures. (Prix : 8 fr.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1905.

Le Préhistorique est une science qui ne peut se développer que par les efforts collectifs d'un grand nombre de savants et d'amateurs. Comme la Géologie, la Paléontologie et l'Archéologie, elle exige des recherches sur tous les points du Globe où l'occasion favorable se présente. Mais, pour que ces recherches soient utilisables, il faut une certaine méthode, car nous savons, hélas ! combien de gisements magnifiques, de stations préhistoriques remarquables ont été perdus à jamais pour la science par suite des dilapidations et des dégâts causés par des soi-disant archéologues et préhistoriens.

Aussi le guide du chercheur et du fouilleur que vient de publier la jeune Société préhistorique de France doit-il être salué avec reconnaissance par tous les amis de la science.

Rédigé par une Commission de la Société, formée de spécialistes : E. Rivière, A. de Mortillet, Fourdigniez, Marcel Baudoin, Taté, Thiot, Edm. Ilue, Henri Martin et autres, il offre toutes les garanties de savoir et d'expérience.

Il est rédigé d'une manière pratique et, sauf quelques digressions, ne prétend pas enseigner le Préhistorique. Son but est de guider un débutant, de lui montrer comment il faut s'y prendre pour faire les fouilles et les recherches préhistoriques en général, et dans différents cas particuliers.

Supposons un amateur éclairé n'ayant qu'une idée générale du Préhistorique, ou même un savant connaissant cette science, mais seulement en théorie. Comment s'y prendront-ils s'ils veulent faire des recherches sur le terrain, des fouilles sérieuses et non des grattages sans plan, des dévalisations des cachettes et des sépultures, ou du ramassage des objets achetés ou trouvés au hasard ?

Le Manuel de la Société préhistorique les instruira dès leurs premiers pas dans cette direction. Il leur dira quels sont les instruments de travail dont il faut se munir, comment il faut reconnaître les gisements, comment il faut les occuper, car il existe tout une législation spéciale en cette matière, et le « Manuel » la fait connaître en détail, jusqu'à donner les modèles de bail, d'acte de vente, etc. Il enseignera ensuite comment il faut faire le compte rendu des fouilles, lever le plan du terrain et des monuments; comment il faut récolter les objets préhistoriques; quels soins il faut prendre suivant que ces objets sont en pierre, os, métal, bois, cuivre, etc. Il dira, enfin, comment il faut consolider les objets dans le cas où ils sont friables, comment il faut faire l'estampage des signes ou des dessins gravés et les moulages des objets. Il ne négligera même pas les conseils sur l'emballage et l'expédition.

La photographie est traitée dans un chapitre spécial, ainsi que la question, très épineuse, de l'authenticité des objets et des fraudes, malheureusement trop fréquentes.

On aurait aimé voir plus développé le chapitre sur la recherche, la préservation, etc., des ossements humains et animaux. Ce n'est pas assez d'avoir indiqué le procédé de Manouvrier pour la détermination de la taille d'après les os longs. Il fallait insister davantage sur l'importance des ossements datés pour prévenir le retour des faits de vandalisme, comme ceux qui se sont produits encore tout récemment¹, quand on a, dans une soi-disant « fouille », réduit en miettes,

intentionnellement, plus de vingt squelettes préhistoriques de l'époque paléolithique, dit-on, c'est-à-dire presque autant qu'il en existe en tout dans les collections du monde entier. Le chapitre des classifications préhistoriques des auteurs exclusivement français n'a qu'une valeur documentaire, car il n'est accompagné d'aucun exposé critique.

Malgré cette longue liste, on n'a pas épuisé encore la mine de renseignements qui est le « Manuel ». Dans la partie intitulée « technique spéciale », il est question des différentes sortes de gisements, stations et monuments préhistoriques : gisements superficiels (stations, ateliers, foyers de cabanes, cachettes), gisements des berges et des côtes (dragages, sources, kjoekkenmoeddings, etc.), stations lacustres, sépultures diverses, grottes et cavernes, monuments mégalithiques, tumuli, enceintes, puits, etc.

Dans l'« annexe », on trouve l'explication des principaux termes employés en Préhistoire, et les statuts de la Société préhistorique de France.

Une table des matières n'aurait pas déparé le petit volume dont on vient de voir le contenu. Mais c'est une omission qui pourra être réparée dans la 2^e édition. En somme, le Manuel est un guide indispensable et doit se trouver entre les mains de tous ceux qui s'intéressent de près ou de loin à la science préhistorique.

J. DENIKER,
Bibliothécaire du Muséum.

4° Sciences médicales

Pouchet (G.), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur de Pharmacologie et de Matière Médicale à la Faculté de Médecine de Paris. — *L'Iode et les Iodiques.* — 1 vol. in-8° de 136 pages, avec tracés dans le texte. (Prix : 3 fr.) O. Doin, éditeur. Paris, 1906.

Si les applications thérapeutiques de l'iode et des iodiques n'ont pas été sensiblement modifiées par les travaux de ces dernières années, la pharmacodynamie de ces substances a été, en revanche, singulièrement éclaircie; dès maintenant, on peut dire que l'empirisme pur a fait place à une interprétation rationnelle. Ces acquisitions pharmacodynamiques récentes sont très complètement exposées dans la monographie actuelle. L'auteur résume, schématise comme suit l'action de l'iode :

« L'iode agit : par la stimulation du tissu lymphoïde, par action spéciale sur la nutrition, enfin par une action, accessoire si l'on peut ainsi dire, sur le cœur, la circulation et la respiration. » Comme on voit, c'est le renversement de la proposition classique, qui faisait de l'action circulatoire l'action primaire et de l'action nutritive l'action secondaire.

Les iodiques exagèrent l'activité du tissu lymphoïde : la notion est ancienne, et n'avait pas échappé aux empiriques. Les recherches récentes ont montré qu'ils agissent surtout sur les macrophages, dont le rôle intervient à la période tardive des affections pour débarrasser l'organisme des déchets cellulaires et microbiens.

Les iodiques exercent une action stimulatrice marquée sur les processus de désassimilation, notion ancienne aussi. Cette action semble s'exercer par augmentation notable de la labilité des albumines et des graisses, rendues ainsi plus facilement et plus complètement oxydables.

L'action cardio-vasculaire, enfin, résulterait d'une action essentielle sur la pression sanguine abaissée et accessoirement de l'action lymphagogue et nutritive.

Les bons effets, enfin, des iodiques dans l'asthme s'expliqueraient par le véritable drainage exercé sur les tissus par l'action des iodures, par la stimulation des combustions organiques, le désencombrement des cellules des déchets de la nutrition et enfin la fluidification des exsudats.

D^r ALFRED MARTINET.

¹ Voy. *Revue de l'Ecole d'Anthropologie*, 1905, novembre-décembre.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4^e Mai 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Haton de la Goupillière** expose ses recherches sur les centres de gravité de systèmes discontinus. — M. **E. Guyou** indique la cause de certains phénomènes de frottement, en apparence paradoxaux, observés par M. de Saintignon en mettant en rotation très rapide un globe de verre sphérique rempli d'eau dans laquelle on introduit une substance solide réduite en particules très minces. — MM. **P. Vieille** et **R. Liouville** ont étudié l'influence des vitesses sur la loi de déformation des métaux par une méthode d'opposition, dans le but d'appliquer les résultats aux indications des manomètres à écrasement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. **C. de Watteville** décrit un nouveau dispositif pour la spectroscopie des corps phosphorescents, dans lequel un conducteur mobile provoque la décharge d'un condensateur en passant à quelque distance de conducteurs fixes en relation avec les armatures; l'étincelle qui jaillit éclaire le corps phosphorescent. — M. **Devaux-Charbonnel** indique un procédé de mesure de temps très courts qui utilise la décharge d'un condensateur à travers une résistance. — MM. **A. d'Arsonval** et **F. Bordas** montrent qu'on peut, par l'emploi de basses températures, distiller des liquides alcooliques, dessécher des substances facilement altérables, recueillir des produits volatils, etc., en quelques minutes. — M. **G. Boizard** a étudié la conductibilité des solutions de sulfate d'ammoniaque dans des mélanges d'acide sulfurique et d'eau. Elle est soit plus grande, soit plus petite que celle du solvant; la différence varie avec la concentration en sulfate. — M. **L. Henry** a étudié l'hexaméthylène (CH_2)₆ (C_6H_{12}), qui s'obtient comme produit accessoire dans l'action de l'aldéhyde acétique sur le bromo-(tertio)-butylmagnésium. C'est un corps solide, F. 103°-104°, volatil à l'air libre. — M. **G. Blanc**: Synthèse totale de dérivés du camphre : isolauroléne, acide isolauronolique (voir p. 529). — MM. **L. Bouveault** et **F. Chéreau**, en chlorant le cyclohexanol ou la cyclohexanone en présence du carbonate de chaux, ont obtenu la chlorocyclohexanone, F. 23°. Elle est hydrolysée par les alcalis en α -oxycyclohexanone ou adipone, F. 113°, sublimable à 25° dans le vide. La chlorocyclohexanone se combine avec les dérivés organomagnésiens pour donner les homologues de la cyclohexanone. — MM. **E.-E. Blaise** et **P. Bagard**, en décomposant par la chaleur les α -oxyacides à fonction alcool tertiaire, ont obtenu des acides α - β non saturés. Dans tous les cas où la stéréoisomérisation est possible, l'isomère que l'on obtient est constitué, non par l'isomère stable, mais par le stéréoisomère instable correspondant. — MM. **L. Maquenne** et **E. Roux** ont constaté que la réaction alcaline optimale reconnue par eux comme la plus favorable à la dextrinification de l'empois d'amidon est aussi celle qui donne avec le temps la plus grande quantité de maltose. L'addition d'acide diminue la stabilité de l'amylase. Dans le malt, l'amylase est probablement engagée en combinaison avec les matières basiques, minérales ou aminées.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Laveran** a fait sur des cobayes, rats et souris, des expériences d'inoculation avec trois échantillons de trypanosomes recueillis chez l'homme, l'un en Gambie, l'autre dans l'Ouganda, le troisième dans l'Oubanghi. La comparaison des

résultats ne révèle que de faibles différences, d'où l'on peut conclure à l'unité de l'agent pathogène. — M. **C. Levaditi** a réussi à cultiver en série le spirille de la fièvre récurrente africaine (*tick-fever*) par la méthode des sacs sur un milieu formé de sérum de macaque chauffé à 70°. — M. **H. Vallée** montre, par de nouvelles expériences, que, moins que jamais, l'on ne doit considérer la tuberculose pulmonaire comme résultant de la seule inhalation de poussières virulentes; maintes tuberculoses pulmonaires sont consécutives à une infection par les voies digestives dans le jeune âge, non exprimée par des adénopathies mésentériques. — M. **L. Léger** a découvert, chez la tanche commune, une nouvelle Myxosporidie à spores capsulées, qu'il nomme *Chloromyxum cristatum*. — M. **Ch. Janet** a observé, chez les fourmis, qu'après le vol nuptial les fibres des muscles vibratores du vol disparaissent complètement et qu'elles sont remplacées par des colonnettes d'adipocytes. — M. **M. Dubard** a constaté que les *Mascarenhasia* sont des arbres recherchant les sols humides, croissant surtout en abondance sur la côte orientale de Madagascar. Les rameaux floraux sont de nature sympodique et les feuilles très polymorphes. Les caractères floraux les plus intéressants sont fournis par le tube de la corolle et par le disque. — M. **Jean Friedel** a observé que l'ovaire d'*Ornithogalum arabicum*, bien que fortement coloré en vert noirâtre, n'a pas de pouvoir assimilateur. Cette particularité curieuse s'explique peut-être par une altération superficielle de la chlorophylle. — M. **E. de Wildeman** a étudié les maladies des caféiers du Congo indépendant. Les deux principales sont dues : l'une au *Pellicularia Koleroga*, qui se développe surtout dans les stations humides et très ombragées, l'autre à l'*Hemileia vastatrix*. — M. **de Lamoignon** a retrouvé le long de la vallée du Rhône, en aval de Lyon, des traces de la plupart des niveaux de terrasses découverts par lui dans la vallée de l'Isère (Algérie). — M. **E. Haug** suppose que les nappes charriées dont la Sicile a conservé les témoins n'ont laissé aucune trace en Tunisie. Elles existaient peut-être au-dessus de la série autochtone, mais l'érosion en aurait fait disparaître les derniers vestiges. — MM. **M. Lugeon** et **E. Argand** estiment que la zone des phyllades qui chevauche sur l'Eocène moyen, par l'intermédiaire d'un coussinet d'argiles scailleuses de l'Eocène inférieur, représente l'amorce de la racine de la grande nappe de charriage sicilienne. Tout l'ensemble de l'arc cristallin de la Calabre doit être considéré comme un arc de charriage. — M. **Edm. Maillet** montre que les grandes crues de saison froide dans le bassin de la Seine sont consécutives aux saisons chaudes où le total des pluies a été supérieur à la moyenne de 380 millimètres. — M. **F. Diénert** a suivi la minéralisation d'un certain nombre d'eaux souterraines par la mesure de leur conductibilité électrique. Certaines sources présentent une minéralisation très certaine dans des circonstances complexes : ce sont généralement celles qui ne renferment pas de colibacilles et ne sont par conséquent pas souillées par les eaux superficielles. — MM. **E. A. Martel** et **E. van den Broek** ont étudié les excavations naturelles connues sous le nom d'Abanets sur les plateaux calcaires de Nismes et de Couvin (Belgique). Ce sont les bas-fonds de points d'absorption d'eaux courantes remontant à une antiquité considérable. — MM. **P. Portier** et **J. Richard** décrivent un nouveau dispositif pour prélever l'eau de mer destinée aux analyses bactériologiques.

Séance du 21 Mai 1906.

M. le Président annonce le décès de M. R. Bischoffsheim, Académicien libre.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Haton de la Goupillière** recherche le lieu géométrique des centres de gravité d'un fil circulaire de longueur croissante, dont la densité varie proportionnellement à une puissance n entière de cette longueur. — M. **Ed. El. Colin** présente la suite de ses observations géodésiques et magnétiques faites aux environs de Tananarive.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. **E. H. Amagat** expose ses idées sur la discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et les courbes de Thomson. — M. **A. Berget** décrit un dispositif, dit collimateur magnétique, permettant de transformer une jumelle ordinaire en instrument de relèvement. — M. **Jean Becquerel** a observé l'existence de la polarisation rotatoire magnétique dans une lame de xénotime normale à l'axe: on peut y mettre également en évidence la dispersion anormale et la biréfringence circulaire magnétique. — M. **Ch. Moureu** a analysé les gaz de 43 sources thermales, françaises et étrangères. Toutes renferment des gaz rares (argon et hélium); la proportion de ceux-ci suit assez régulièrement la teneur en azote; elle est inverse, au contraire, de la teneur en CO_2 . — M. **H. Pelabon** a déterminé les températures de fusion des mélanges d'étain avec l'un des métalloïdes: S, Se ou Te. Le maximum du point de fusion correspond à peu près au composé défini contenant un atome de métalloïde pour un de métal. — M. **E. Rengade** a constaté que l'oxygène, même parfaitement sec, attaque énergiquement le césium à la température ordinaire. L'action d'un excès d'O conduit au peroxyde Cs_2O_2 , jaune, facilement dissociable, décomposable par H_2O , réduit par CO_2 et H à des températures peu élevées. — M. **V. Auger** indique quelques méthodes faciles de préparation des dérivés organiques de l'As en partant des acides méthylarsinique et cacodylique. Iodure de méthylarsine; réduction de l'acide méthylarsinique par SO_2 , puis précipitation par KI et HCl. Chlorure de méthylarsine: action de POCl_3 sur l'acide méthylarsinique. Chlorure de cacodyle: action de HCl et de l'acide hypophosphoreux sur l'acide cacodylique. — M. **P. Freundler** a observé que les azoïques α -carboxylés, traités par PCl_5 , se transforment en dérivés C-oxindazolyliques chlorés dans le noyau aromatique. — M. **E. Fouard** a reconnu que les composés halogénés des terres rares, depuis le samarium jusqu'au lanthane, sont des catalyseurs oxydants très énergiques. — M^{me} **Z. Gatin-Gruzewska** a constaté que, si, après un jour de jeûne, on donne à un lapin 4 milligramme d'adrénaline par kilogramme sous forme de solution, on ne trouve plus de glycogène 36 à 40 h. après cette injection, ni dans le foie, ni dans les muscles. — MM. **M. Doyon**, **A. Morel** et **N. Kareff** montrent que la fibrine se reforme très rapidement dans l'organisme. Peu d'heures après la défibrination presque totale d'un animal, la teneur du sang en fibrine peut dépasser la teneur initiale. Le fibrinogène paraît être d'origine hépatique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. **A. Calmette**, **C. Guérin** et **A. Délearde** ont constaté qu'expérimentalement chez les animaux, et cliniquement chez l'enfant, toutes les fois que l'infection tuberculeuse se manifeste par de l'adénopathie trachéo-bronchique, il existe des bacilles tuberculeux dans les ganglions mésentériques, alors même que ceux-ci paraissent sains. L'infection ganglionnaire mésentérique précédant l'apparition des lésions trachéo-bronchiques, celles-ci doivent être considérées, de même que la tuberculose pulmonaire chez l'enfant et chez l'adulte, comme résultant d'une infection tuberculeuse d'origine intestinale. — M. **A. Chauveau** montre que, pour communiquer une vitesse déterminée à la masse d'un mobile préalablement équilibré par la force élastique des muscles en état de contraction statique, il faut que la force primitive et l'énergie qui la crée s'accroissent ensemble propor-

tionnellement à la vitesse communiquée au mobile au moment où la contraction statique se change en contraction dynamique. Donc il n'y a que des rapports simples entre les actions dynamiques du moteur muscle et l'énergie qu'elles dépensent. — M. **Ad. Goy** a déterminé expérimentalement l'élasticité de diverses muqueuses, en particulier de la muqueuse vaginale. Les courbes obtenues sont exprimées par l'équation logarithmique de Ch. Henry. — M. **Seguin** a observé, dans le Séquanien de Bourges, toutes les formes de passage entre l'*Hemipygus tuberculatus* Cotteau et l'adulte typique de *Hemicidaris crenularis* Lamarek; le premier paraît n'être que le jeune âge du second.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 13 Mai 1906.

MM. **Kelsch** et **Cambier** ont constaté, dans le Service de vaccination de l'Académie, que la pulpe fraîche possède une bien plus grande efficacité que le vaccin conservé dans la glycérine. Il est vrai que le vaccin glyceriné perd rapidement le plus grand nombre de ses germes parasites adventices; mais ceux-ci ne paraissent pas nuisibles et le vieillissement semble plus préjudiciable qu'utile au vaccin. — MM. **Lemoine** et **Simonin** présentent un Mémoire sur les rapports de la morbidité militaire avec l'habitation du soldat. — M. **Martel** donne lecture d'un travail sur la rage dans ses rapports avec la capture des chiens errants.

Séance du 22 Mai 1906.

M. **A.-J. Martin** lit un Mémoire sur la défense sanitaire de la Ville de Paris. — M. le Dr **Rousseau Saint-Philippe** donne lecture d'un travail sur la tuberculophobie.

Séance du 29 Mai 1906.

M. **Kaufmann** est élu membre titulaire dans la Section de Médecine vétérinaire.

M. **A. Motet** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Marie** intitulé: «Paralysie générale et syphilis chez les Arabes». L'auteur a constaté que la paralysie générale est fréquente chez les Arabes en Egypte; la proportion des syphilitiques parmi les Arabes paralytiques semble notablement plus forte que parmi les Arabes aliénés autres de ce pays. — M. **N. Gréhant** montre que le chirurgien doit employer pour l'anesthésie des doses de chloroforme qui varient suivant qu'il agit sur des personnes de forte ou de faible constitution, et qu'il est utile de mesurer la température des opérés avant et après anesthésie. — M. **Dieulafoy** a été frappé du grand nombre de malades atteints d'entéro-colite muco-membraneuse ou sableuse, avec typhlité dominante, chez lesquels la douleur s'accuse plus vivement à la fosse iliaque droite, et qui sont indûment opérés d'appendicite qu'ils n'ont pas.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 7 Avril 1906.

M. **Ch. Richet** a observé qu'au cours de la fermentation lactique il se forme une combinaison de l'acide lactique avec la caséine, relativement stable, encore qu'elle soit dissociable par la potasse. — MM. **A. Desgrez** et **J. Ayvignac** ont reconnu que le poids moyen de la molécule élaborée dans l'organisme dépend de la composition du régime alimentaire; il varie de 65, en régime lacté absolu, à 93, en régime végétarien absolu. — M. **C. Hervieux** estime que les diastases hydrolysantes rencontrées d'une manière très générale dans le testicule des Mammifères ont leur origine dans la glande interstitielle de cet organe. — M. **G. Marinisco** présente ses recherches sur la structure des boutons terminaux. — M. **Ch. Féré** a étudié l'influence excitomotrice de quelques composés phosphoriques: après la première excitation, il se produit une dépression graduelle du travail total, liée à une action toxique

du produit qui s'accumule. — MM. E. Retterer et G. Tilloy ont constaté que, dans l'oligurie, les tubuli de la substance corticale du rein sont tapissés de cellules hautes; ils présentent une lumière étroite ou bien se transforment en cordons pleins. — MM. H. Soulié et V. Gardon ont observé la séro-réaction dans le cours de la fièvre méditerranéenne. Le pouvoir agglutinant est variable, mais constant; la séro-réaction est spécifique vis-à-vis du *Micrococcus melitensis*. — M. Weinberg a observé 10 cas d'appendicite chez le chimpanzé; les vers intestinaux jouent un rôle important dans l'étiologie de l'appendicite chez ces singes. — MM. G. Linossier et G. H. Lemoine confirment leurs expériences précédentes démontrant, contrairement aux affirmations de Pavlov, que le bicarbonate de soude agit comme un excitant de la sécrétion gastrique. — MM. H. Roger et M. Garnier ont reconnu que, dans l'occlusion intestinale expérimentale, le contenu de l'intestin arrêté est moins toxique que celui de l'intestin normal; en même temps, on trouve dans le sang des bacilles anaérobies. — M. M. d'Halluin a constaté que, dans le cas de syncope grave, l'insufflation d'éther dans un œil permet, si la rubéfaction se produit, de diagnostiquer la persistance des battements du cœur, inappréciables à l'auscultation. — MM. J. Ch. Roux et A. Riva montrent qu'à l'état normal le mucus sécrété dans l'intestin grêle et le gros intestin, et résistant à l'action des ferments digestifs, se dissout dans les feces au niveau du gros intestin. Cette dissolution ne se produit plus lorsqu'il y a une traversée trop rapide du gros intestin (certaines diarrhées). — M. A. Rodet a constaté que, dans la réaction de précipitation, c'est le sérum considéré comme « précipitant » qui fournit surtout la matière du précipité; c'est le sérum neuf qui est en réalité précipitant et qui précipite la substance spécifique du sérum préparé, dite à tort « précipitine ». — M. R. Delanœ a reconnu que le *B. prodigiosus* est très sensible à la chaleur; il est touché dans sa fonction chromogène avant de l'être dans sa végétabilité. — M. C. Ciaccio a rencontré la mucinase dans les ganglions lymphatiques, en particulier dans les ganglions mésentériques, dans la rate, et dans les exsudats riches en macrophages. — Le même auteur a observé que les macrophages élaborent un ferment qui agit de la même façon que l'entérokinase. La couche lymphoïde de l'intestin contribue donc, par les macrophages qu'elle renferme, à la formation de l'entérokinase. — MM. M. Curtis et J. Salmon ont observé un fœtus à lésions achondroplasiques présentant, extérieurement, les principaux attributs de la phocomélie. — M. F. Battelli et M^{lle} L. Stern ont étudié les échanges gazeux dans les tissus réduits à l'état d'émulsion et immergés dans des liquides de composition différente. Les tissus absorbent de grandes quantités d'oxygène. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff décrivent le procédé qu'ils emploient pour doser la fibrine dans le sang de chien. — MM. A. Gilbert et M. Herscher ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans la cirrhose alcoolique; elle est en moyenne de 0,07 gramme par litre de sérum. — MM. H. Labbé et G. Vitry ont constaté que la quantité de sulfo-éthers éliminés quotidiennement par l'urine est sensiblement proportionnelle à la quantité d'albumine ingérée. — M. C. Levaditi a cultivé en série le *Spirillum gallinarum* par la méthode des sacs; ensemencé dans du sérum de poule préalablement chauffé à 72°, ce spirille se multiplie activement et garde intacte sa virulence au bout de huit passages. — MM. F. Trémolières et A. Riva ont observé que la mucinase apparaît dans le sang des sujets qui rejettent par l'anus du mucus plus ou moins concrété et dans celui des animaux atteints d'hypersécrétion muqueuse expérimentale. — M. E. Debains propose de modifier la flore intestinale par l'introduction, dans la cavité intestinale, d'un ferment lactique puissant (bacille bulgare), se développant très bien à 37° et n'attaquant

pas les matières protéiques. — M. H. Iscovesco a reconnu que la partie liquide du sang contient des colloïdes qui forment avec les colloïdes positifs du suc gastrique des complexes instantanément précipitables dans un milieu privé de sels et lentement dans un milieu non dialysé. Le sang normal contient des précipitines pour le suc gastrique. — MM. Vidal et Burnet signalent un cas de longue persistance d'éosinophilie sanguine à la suite d'éosinophilie pleurale. — M^{lle} T. Robert a étudié l'influence retardatrice du sérum sur l'hémolyse des globules de cheval par l'acide acétique. Ni les globulines, ni les sels du sérum n'ont d'influence seuls; c'est leur ensemble qui possède l'action empêchante. — M. V. Henri a étudié la coagulation du latex de caoutchouc sous l'influence de divers corps. Il semble que les charges positives des ions des électrolytes ajoutés viennent neutraliser les charges négatives des globules de caoutchouc.

Séance du 28 Avril 1906.

M. M. Nicloux a observé le passage du chloroforme dans le lait chez la chèvre anesthésiée; la quantité contenue dans le lait peut même dépasser celle que renferme le sang. — M. Ch. Féré montre que le contrôle dans la limitation de l'amplitude des mouvements contribue à provoquer la fatigue. — M. G. Patein a constaté que le sérum sanguin de l'homme, neutralisé, présente plusieurs points de coagulation par la chaleur; ces températures sont les mêmes que celles auxquelles sont coagulés les englobulines et pseudo-globulines. — M. L. Guillemot et M^{lle} W. Sozawska estiment que, chez l'enfant, tout au moins dans les gastro-entérites communes, non spécifiques, les microbes interviennent surtout comme agents de fermentation d'un chyme intestinal anormal, la déviation du type régulier étant due aux troubles fonctionnels ou aux lésions du tractus digestif et des glandes annexes. — M. M. Delanœ montre que la restriction de l'aération permet de dissocier la fonction de végétation de la fonction chromogène chez le *Bacillus prodigiosus*, et, sans troubler la végétation, de faire subir au pouvoir chromogène une atteinte plus ou moins profonde et durable. — MM. A. Carrel et C.-C. Guthrie ont produit chez le chien de l'artério-sclérose expérimentale en augmentant la pression sanguine dans une artère pendant plusieurs mois. — M. F.-J. Bosc a reconnu que la gomme cérébrale, à son état d'activité, est constituée par une néoformation celluloso-vasculaire de structure précise; la lésion de méningo-encéphalite diffuse chronique ulcéreuse, qui est en connexion étroite avec elle, représente un syphilome de même structure générale. — M. E. Maurel a constaté que, chez le nouveau-né, la surface cutanée, rapportée au kilogramme de son poids, est environ trois fois plus grande que celle de l'adulte; il en est de même pour la section thoracique. — MM. C. Nicolle et C. Comte ont observé, chez le *Vespertilio Kuhlî*, chauve-souris commune à Tunis, une petite et une grande forme de Trypanosome, souvent associées. — Les mêmes auteurs ont constaté que plusieurs chauves-souris, examinées par eux, puis relâchées, étaient retournées au point où elles avaient été capturées, distant de 2 kilomètres. — MM. F. Mesnil et G. Martin estiment que l'infection des Oiseaux par les Trypanosomes pathogènes des Mammifères est réelle, mais exceptionnelle, et, jusqu'à plus ample informé, limitée aux oies inoculées de *Tr. Brucei*. — M. L. Vaillant a observé qu'il existe un rapport entre la quantité de chloroforme-bacilline produite par le bacille tuberculeux et le milieu où il est cultivé : saccharose, glucose ou lévulose; elle est maximum pour le glucose et minimum pour le saccharose. — MM. G. Lion et H. Français ont obtenu chez le lapin, après injections successives de muqueuses d'estomac de chiens, un sérum toxique pour la muqueuse gastrique de cet animal et permettant de réaliser chez lui le tableau de l'apésie. — M. J. Nageotte poursuit ses recherches sur la régéné-

ration collatérale des neurones radiculaires postérieurs dans le tabes; les « cellules pourvues d'appendices terminés par des boules encapsulées » de Ramon y Cajal sont des cellules en train de remplacer leur axone. — M. H. Isovesco montre qu'il existe dans le sérum du sang de chien des colloïdes négatifs qui forment, avec les colloïdes positifs du suc gastrique, un précipité; cette précipitation rend le ferment gastrique inactif en le fixant dans un complexe insoluble. — MM. H. Bierry et Gajja ont observé que le suc pancréatique du chien obtenu par injection de sécrétine et dialysé avec soin ne dédouble pas le maltose; l'addition de NaCl lui rend son activité. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff ont constaté qu'une saignée abondante détermine une diminution passagère, suivie d'une augmentation de la teneur du sang en fibrine. — M. J. Lefèvre montre que, chez l'adulte moyen de nos climats qui garde le même habillement (demi-saison) pendant toute l'année, la ration calorifique d'hiver doit être presque deux fois plus forte que celle d'été.

Séance du 5 Mai 1906.

M. A. Mouneyrat : Méthode de recherche de petites quantités de fer (voir p. 429). — MM. A. Mougeot et E. Albert-Weil ont observé, après l'application de bains carbo-gazeux artificiels, une rétraction immédiate du cœur, d'environ 15 millimètres, suivant son diamètre transversal. — M. A. Lécaillon montre : 1° que les araignées sont douées de la faculté d'être impressionnées par le son; 2° que certains insectes qu'elles capturent produisent des sons analogues aux notes musicales; 3° qu'elles sont incapables de faire une distinction nette entre les sons produits par les instruments de musique. — M. E. Fauré-Frémiet a constaté que la frange adorale des Vorticellides, qui, par la vibration de ses cils, détermine un appel d'eau dirigé sur l'infusoire, possède une force de 0.0086 microdyne et accomplit un travail de 0.000.000.000.08 erg. — M. Kuckuck estime que c'est l'électricité des colloïdes des cellules sexuelles, de signes opposés dans les deux sexes, qui est la force attractive entre les cellules sexuelles. — MM. Audebert et E. Maurel ont reconnu que la température sous-vestibule des nouveau-nés est sensiblement constante; elle correspond à peu près à la température cubitale de l'adulte (soit 34°-36°). — M. Thiroux a observé que le sérum de deux malades atteints de trypanosomiase humaine a une action préventive sur des souris inoculées avec le *Tr. gambiense*. — M. P. Remlinger montre que la rage peut se transmettre non seulement par morsure et lèchement, mais encore par coup de griffe, les griffes étant souillées par la bave virulente de l'animal. — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff ont constaté que le sang qui s'écoule des veines sus-hépatiques contient généralement plus de fibrine que le sang de tout autre vaisseau et notamment que le sang de la veine porte. — M. H. Isovesco a reconnu que : 1° le plasma contient des globulines positives et des globulines négatives; 2° le sérum ne contient que des globulines positives; 3° la fibrine est un complexe formé par l'union de toutes les globulines négatives du plasma avec une partie des globulines positives. — M. E. Solvay : Sur l'organisation et la possibilité de la self-organisation de la réaction chimique. — MM. Javal et Adler signalent un cas typique de déchloruration fécale chez un tuberculeux pulmonaire, atteint de néphrite tuberculeuse avec albuminurie énorme et diarrhée incoercible.

Séance du 12 Mai 1906.

M. Weinberg a constaté que les Nématodes, hôtes habituels du tube digestif de l'homme et des animaux, ont susceptibles de se fixer sur la muqueuse. — MM. L. Lévi et H. de Rothschild ont vu une auto-infection périodique disparaître pendant toute la durée du traitement thyroïdien et encore deux mois après, et réapparaître atténuée à la suite d'une nouvelle atteinte morbide et de la cessation du traitement. — M. Ch.-A.

François-Frank a étudié graphiquement les mouvements respiratoires des Poissons téléostéens. Les mouvements buccaux et operculaires ne sont pas alternants, comme le voulait Duvernoy; ils ne sont pas non plus synchrones, comme l'a dit Paul Bert; ils sont successifs, avec anticipation constante du mouvement buccal. La membrane souple, plus ou moins large, qui borde le battant osseux operculaire intervient d'une façon essentielle dans le fonctionnement respiratoire des Poissons téléostéens. — MM. P. Teissier et Ch. Esmein ont fait l'étude bactériologique de quarante-cinq cas d'oreillons; ils ont trouvé presque constamment une variété de microcoque tétragène septique. — M. J. Heitz, après l'administration de bains carbo-gazeux, a observé une diminution du chiffre des globules rouges, une leucocytose très accusée, avec augmentation surtout des mononucléaires, et une augmentation légère des éosinophiles. — M. P. Carnot a constaté que l'absorption d'alcool, par une voie quelconque, provoque une sécrétion glandulaire active de l'estomac chez les sujets sains; elle donne, au contraire, des résultats notablement différents chez les sujets dont la muqueuse gastrique est malade. — M. A. Mouneyrat a reconnu que, dans le liquide vert qui se forme par action de H₂S sur une solution diluée d'un sel de fer, le fer est à l'état colloïdal. — M. J. Nageotte a observé la présence de masses d'accroissement dans la substance grise de la moelle, particulièrement dans les cornes antérieures, au cours de la paralysie générale et du tabes. — MM. J. Kunstler et Ch. Gineste attirent l'attention sur les modifications profondes qui se produisent dans la constitution de la substance vivante, consécutivement aux variations de milieu. — M. F.-J. Bose montre que les lésions méningo-encéphaliques de la paralysie générale vraie présentent tous les caractères de la méningo-encéphalite chronique ulcéreuse syphilitique. — MM. G. Péju et H. Rajat ont constaté que l'iodure de potassium provoque l'apparition de formes polymorphes chez divers bacilles : pneumo-bacille de Friedländer, bacille du choléra asiatique, bacille de la diarrhée verte. — M. P. Remlinger a reconnu que le syndrome de Landry (paralysie ascendante aiguë) est susceptible d'être réalisé par le virus rabique et aussi, au cours ou à la suite du traitement pastorien, par la toxine rabique renfermée dans les émulsions vaccinales. — MM. A. Gilbert et M. Villaret apportent de nouveaux arguments cytologiques en faveur de l'origine mécanique de l'ascite dans les cirrhes (gène de la circulation portale intrahépatique). — M. H. Isovesco montre que la fibrine est un complexe qui, redissous dans l'eau salée, prend une charge positive; un complexe binaire redissous et ayant une charge peut former un complexe ternaire avec un colloïde simple de signe opposé. — M. E. Fauré-Frémiet a constaté que, pendant les deux premières minutes de son introduction dans le cytosome de la Vorticelle, le bol alimentaire est isolé de l'endoplasma par la membrane périvasculaire; puis la vacuole cède à la tension superficielle et devient sphérique, elle se laisse pénétrer par des acides qui ne peuvent provenir que du cytosome et elle perd en deux minutes les trois quarts de son contenu liquide, absorbé par l'endoplasma environnant. — M. G. Rosenthal a reconnu que le bacille d'Achaine (*B. perfringens*) peut s'adapter progressivement à la vie aérobie.

Séance du 19 Mai 1906.

M. Ch.-A. François-Frank a observé, dans la membrane limitante operculaire des Poissons téléostéens, la présence de fibres striées, surtout abondantes vers le bord libre. — M. A. M. Bloch, par l'étude de la vision indirecte, confirme le fait que le regard physiologique, le vrai regard de la fixation, ne s'effectue que dans une étendue horizontale de 2 dixièmes de millimètre et est ainsi exercé uniquement par la fosse centrale. — M. M. Letulle montre que, chez l'adulte, tout

appendice examiné soit après la mort, soit après ablation chirurgicale, est presque régulièrement atteint de lésions chroniques inflammatoires anciennes, banales et communes. — M. Weinberg a reconnu la présence de l'appendice chez 4 singes inférieurs sur 46 examinés. — MM. J. Bruckner et C. Cristeanu, par des injections répétées de cultures pures de gonocoque, chez le cheval, ont obtenu un sérum qui agglutine tous les gonocoques. — MM. A. Gilbert et P. Lereboullet ont constaté que le *Rumex crispus* est un médicament ferrugineux actif, par suite de sa richesse en fer végétal en combinaison lâche, richesse qu'on peut augmenter par la culture. —

M. A. Sartory a cultivé une levure chromogène qu'il a découverte dans certains suc gastriques hyperacides; il lui donne le nom de *Cryptococcus Salmonus*. — M. F. Guéguen propose l'emploi d'une solution de Sudan III dans l'acide lactique pour colorer les globules gras des champignons. — MM. P. Teissier et Ch. Esmein, au moyen du microcoque trouvé par eux sur les malades atteints d'oreillons, ont déterminé chez le cobaye des lésions absolument comparables à celles de la septicémie tétragénique expérimentale. — M. L. C. Maillard a observé une cristallisation spontanée de chlorhydrate de glycinate d'éthyle qui présente un aspect qui peut être comparé à celui de certaines structures biologiques. — M. A. Thomas a constaté la présence de renflements cylindriques dans les ganglions rachidiens d'un amputé, examinés par la méthode de Ramon y Cajal (imprégnation à l'argent). — MM. M. Doyon, A. Morel et N. Kareff : Régénération de la fibre chez le chien et origine de la fibrine (voir p. 523).

— M. E. Maurel estime que, pendant les saisons intermédiaires des régions tempérées et dans les conditions de la ration d'entretien, l'homme adulte de 65 kilos ne dépense pas plus de 2.400 calories par jour, avec un écart de 1/6 en moins en été et en plus en hiver. — MM. P. Carnot et A. Chassevaut ont reconnu que l'évacuation pylorique des graisses est tardive et prolongée, d'autant plus que leur point de fusion est plus élevé. La présence de graisses retarde l'évacuation des liquides qui leur sont mélangés. — M. H. Iscovesco a étudié la bile au point de vue de sa précipitabilité par l'hydrate de fer et le sulfure d'arsenic colloïdaux; elle ne contient que des colloïdes négatifs. — M. N. Fiesinger a constaté que l'action nocive du chloroforme sur le foie n'apparaît expérimentalement qu'à condition de donner le toxique à dose forte; les lésions apparaissent d'une façon très précoce et prédominent autour de l'espace porte. — M. M. Cohendy a tenté, chez 5 malades atteints d'entérite muco-membraneuse aiguë, l'acclimatation d'un ferment lactique dans le gros intestin; chez 4 d'entre eux, l'acclimatation microbienne et la désinfection intestinale étaient résolues du 4^e au 6^e jour. — M. G. Rosenthal est parvenu à obtenir l'accoutumance du vibron septique à la vie aérobie. — MM. H. Lamy, A. Mayer et F. Rathery, analysant les modifications des tubes contournés observées après les injections intraveineuses massives de cristalloïdes, ont constaté que l'élargissement de la lumière des tubes, l'aplatissement des cellules et l'élargissement des espaces intertubulaires semblent être corrélatifs du passage de l'eau, tandis que les vacuoles intra-cellulaires paraissent dues au passage des cristalloïdes. — MM. E. Louise et F. Moutier ont reconnu que les chèvres supportent sans accident des injections de mercure-phényle dissous dans l'acétate d'éthyle à dose thérapeutique; une petite quantité de mercure s'élimine par la glande mammaire. — M. V. Henri a étudié le liquide périviscéral des Oursins; il renferme les nombreux éléments figurés et se coagule spontanément. Cette coagulation a pour but de réparer les blessures de l'intestin chez les animaux. — M^{lre} P. Cernovodeanu et M. V. Henri ont observé une phagocytose rapide et intense des bacilles introduits dans la cavité générale des Oursins par les éléments figurés du liquide périviscéral. — M. V. Henri et M^{lre} Kayaloff ont trouvé, dans chacune des quatre espèces de péli-

cellaires des Oursins, des poisons qui provoquent une paralysie, puis la mort des animaux injectés. — MM. M. Gompel et V. Henri ont constaté qu'après injection de glucose la teneur de l'urine du poulpe en chlorures diminue nettement, tandis que la teneur en glucose augmente. La sécrétion paraît se présenter comme chez le chien.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 3 Avril 1906.

M. H. Sérége a constaté que le fer paraît être également réparti dans le foie droit et dans le foie gauche chez l'animal à jeun; le foie droit renferme, au contraire, une quantité de fer supérieure à celle du foie gauche pendant la période digestive. Enfin, dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, la teneur en fer du foie gauche est plus grande que celle du foie droit. — M. R. Brandeis décrit un nouveau procédé de coloration des coupes histologiques par l'azorubine alunée. — M. J. Kunstler expose ses idées sur la nomenclature anatomique des éléments protoplasmiques. — MM. J. Gautrel et H. Mallié ont observé que les injections sous-cutanées de fluorure de sodium chez le lapin sont suivies d'une ammoniurie et d'une glycosurie qui traduisent une inhibition de la fonction hépatique. — M. P. Rivière a reconnu que, chez la grenouille, la fréquence du rythme musculaire dans la contraction volontaire ou réflexe est au moins du même ordre de grandeur que celle qui est nécessaire pour obtenir, à l'aide de moyens artificiels, le tétanos complet dans les muscles striés du même animal. — MM. J. Sabrazès et L. Muratet signalent un cas de cancer épithélial muqueux du poulmon avec épanchement pleural séro-muqueux.

Séance du 1^{er} Mai 1906.

M. Ch. Pérez présente quelques exemplaires de *Leptocephalus brevirostris*, larve bathypélagique de l'Anguille vulgaire. — M. J. Bergonié conclut, d'une expérience préliminaire, qu'il n'y a aucun rapport entre la répartition du vêtement et la formation de la graisse. — MM. Coyne et Cavalé ont observé, chez les dents dont l'ivoire a subi un commencement d'attaque, une réaction protectrice, défensive, et réparatrice, consistant en une hyperplasie de l'ivoire due probablement à un processus irritatif qui atteint la pulpe et plus spécialement les odontoblastes; cette réaction odontoblastique est malheureusement incomplète.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 12 Mars 1906.

M. R. Collin signale un cas d'atrophie bilatérale non symétrique d'un métacarpien chez une jeune fille de quinze ans, due à la disparition du cartilage de conjugaison. — M. L. Mercier étudie le développement des spores du *Myxobolus Pfeifferi*. — MM. P. Simon et L. Spillmann ont observé les altérations du sang dans l'intoxication saturnine expérimentale. La plus saillante consiste dans l'apparition, dans le sang, de globules rouges à granulations basophiles et de leucocytes atypiques.

Séance du 8 Mai 1906.

M. L. Bruntz a découvert chez deux Schizopodes, les *Mysis chameleo* et *vulgaris*, un organe globuligène parfaitement typique. — MM. P. Simon et L. Spillmann ont étudié l'action des injections d'extrait de rate sur le sang chez le cobaye. Elles produisent une forte diminution des polynucléaires et une augmentation correspondante des lymphocytes. — M. L. Bruntz a observé que les globules sanguins des Arthrostracés présentent les mêmes phases évolutives que celles des globules sanguins de Décapodes; ce sont des éléments glandulaires et phagocytaires. Les Amphipodes et les Isopodes ne possèdent pas d'organe globuligène; les amibocytes se multiplient normalement par mitose.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 24 Avril 1906.

M. M. Arthus a constaté qu'en liqueurs fluorées, stérilisées à 110°, les caséines subissent une digestion saline semblable à la digestion peptique, puisqu'elles sont dédoublées en paranucléine précipitée et en protéoses dissoutes. — M. L. Imbert estime que la grenouille commune n'est autre chose qu'un kyste conjonctif du plancher de la bouche, de la région sublinguale. — M. A. Briot a étudié l'action de l'inoculation de suc salivaire de poule sur la grenouille; elle produit de la congestion, qui aboutit à la mort de l'animal. Le suc chauffé ou filtré a perdu tout pouvoir.

Séance du 13 Mai 1906.

M. Alezais considère le rein en fer à cheval comme une malformation par anomalies artérielles. — M. A. Billet a constaté que la filariose sous-cutanée de Médine, au même titre que les hémofilarioses et que la filariose de l'œil, paraît entraîner l'éosinophilie. — M. P. Stephan a observé des modifications du syncytium nourricier dans le tube séminifère des hybrides.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 27 Avril 1906.

M. A. Mouneyrat expose un procédé de destruction des matières organiques en vue de la recherche de certains métaux. Étant en possession d'acides sulfurique et chlorhydrique absolument exempts de fer (purifiés d'après les indications de l'auteur), on divise les tissus aussi finement que possible à l'aide d'un couteau de platine et l'on sèche à 120°-130°; on les additionne alors du dixième environ de leur poids d'acide sulfurique pur, que l'on chasse à feu nu. On lessive à l'eau distillée, afin d'enlever la plus grande partie des sels; le résidu noir non dissous est de nouveau additionné d'acide sulfurique que l'on chasse à feu nu. La masse carbonneuse est rapidement brûlée en dirigeant, dans la capsule chauffée, un courant d'oxygène provenant d'une bombe. Le contenu de la capsule, dissous dans HCl pur, sert à la recherche du fer ou des métaux dont les sulfates ou oxydes sont fixes à la température du rouge. M. L.-C. Maillard estime que cette méthode est identique à la méthode classique d'incinération fractionnée. — M. G. Urbain expose ses recherches sur le dysprosium. La *Revue* publiera prochainement un article du même auteur sur cette question et celle des terres rares en général.

Séance du 11 Mai 1906.

M. A. Mouneyrat proteste contre l'affirmation de M. Maillard que le procédé de destruction des matières organiques indiqué par lui est identique à la méthode classique d'incinération fractionnée. Il s'en distingue, au contraire, en ce que : 1° Pour éviter les pertes métalliques à l'état de chlorures, les matières organiques, avant leur destruction, sont traitées par l'acide sulfurique, afin de faire passer les chlorures métalliques, volatils au rouge, à l'état de sulfates (lesquels par décomposition peuvent donner des oxydes) beaucoup plus stables; 2° Le charbon n'est pas détruit en le plaçant dans un tube disposé sur une grille à analyse, mais directement dans la capsule de platine. — M. G. Blanc expose la méthode qu'il a employée pour réaliser la synthèse de quelques corps contenant le noyau du camphre. En condensant l'éther diméthylbromobutyrique avec le malonate d'éthyle sodé, on obtient un éther bicarbone dont la saponification fournit l'acide 2,2-diméthyladipique $\text{CO}^2\text{H}.\text{CH}^2.\text{CH}^2.\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CO}^2\text{H}$. Cet acide est facilement transformé en pentanone bouillant à 143°. Cette pentanone se condense à son tour avec l'iodure de méthylmagnésium pour donner un alcool tertiaire fusible à 37°, dont la déshydratation fournit l'isolauroène. Deux réactions analogues fournissent le campholène et la campholénolactone. — M. A. Holland

montre le grand intérêt qu'il y a à supprimer le dégagement d'hydrogène qui accompagne le dépôt électrolytique des métaux, dégagement gazeux qui, souvent, est la cause de leur état spongieux, pulvérulent et impur. Cette suppression de l'hydrogène conduit à des dépôts compacts, unis et de grande épaisseur. Cette suppression peut être obtenue par l'addition de certains sels qui font disparaître les ions hydrogène en les faisant passer à l'état de combinaisons complexes. C'est ainsi que l'addition d'un sulfate à l'acide sulfurique fait disparaître des ions H qui passent à l'état d'ions SO_4H , et cette disparition est d'autant plus complète que la concentration de l'acide sulfurique est plus forte. M. Holland prouve cette disparition des ions hydrogène par des mesures de conductibilité électrique faites sur des mélanges, en toutes proportions, d'acide sulfurique avec les sulfates de soude, de magnésie, de zinc, de cuivre et d'ammoniaque.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Février 1906 (Suite).

MM. A. D. Hall et C. G. T. Morison : Sur la fonction de la silice dans la nutrition des céréales. 1° La silice, quoique n'étant pas un constituant essentiel de la nourriture des plantes, joue un rôle dans la nutrition des céréales, telles que l'orge, qui contiennent normalement une proportion considérable de silice dans leurs cendres; 2° L'effet d'une addition facultative de silice soluble se manifeste par la formation plus rapide d'un grain plus gros; il est donc semblable à l'effet produit par l'acide phosphorique; 3° La silice agit en causant une augmentation dans l'assimilation de l'acide phosphorique par la plante, aide auquel les effets observés sont dus. Il n'y a pas de preuve que la silice dans la plante produise une utilisation plus complète de l'acide phosphorique qui a déjà été assimilé, ou qu'elle-même provoque la migration des matières nutritives de la paille à la graine; 4° Le siège de l'action est dans la plante et non dans le sol. — M. Ch. Bolton expose ses recherches sur la spécificité et l'action in vitro de la gastrotoxine. La cytotoxine gastrique formée dans le sang d'un animal à la suite de l'injection de cellules gastriques paraît être un corps complexe. Après une seule injection, il se produit une grande augmentation de l'hémolyse normalement présente dans le sang de l'animal, et en même temps on découvre un nouveau corps immunisant hémolytique qui n'est pas normalement présent dans l'animal. Ce dernier corps s'y trouve en quantité considérable après la seconde injection. La gastrotoxine agglutine aussi les corpuscules rouges du sang. On trouve, étroitement associée en apparence avec ce corps immunisant hémolytique artificiel, une agglutinine qui agit sur les granules gastriques, et une précipitine qui agit sur les protéides solubles des cellules gastriques. Si l'on renouvelle les injections, ces substances restent présentes dans le sang pendant plusieurs mois. L'auteur n'a pas encore prouvé si elles ne forment qu'un seul et même corps ou des corps distincts. Après plusieurs injections, et pas moins d'environ cinq semaines depuis la première, apparaît dans le sang une autre substance, qui possède une action sur les cellules gastriques intactes. En dépit des injections répétées, cette substance disparaît du sang dans l'espace de quatre mois environ. Elle est probablement de la même nature qu'une hémolyse, mais ce point n'est pas éclairci. Le facteur hémolytique agit seulement sur le sang. Les actions de l'agglutinine et de la précipitine ne se bornent pas aux constituants des cellules gastriques, mais s'étendent aux autres protéides du corps. L'auteur n'a pas encore déterminé s'il y a des agglutinines et des précipitines séparées pour différents protéides, ou si les mêmes substances agissent sur tous les protéides; de toute façon, s'il s'agit des mêmes corps dans tous les cas, leur action sur les protéides des cellules de l'estomac est probablement

plus grande que sur les autres protéides. Il reste à prouver si la gastroslysine elle-même est vraiment spécifique. Les quelques expériences entreprises sur l'estomac humain indiquent que la cytotoxine gastrique humaine est de constitution identique à celle des animaux inférieurs.

Séance du 22 Février 1906.

M. F. T. Trouton présente ses recherches sur le coefficient de traction visqueuse et son rapport avec le coefficient de viscosité. Il est clair qu'il doit exister une relation entre le coefficient de traction visqueuse et le coefficient de viscosité tel qu'il est ordinairement défini. La force de traction appliquée à un barreau peut être résolue en deux forces de cisaillement égales, situées à angle droit l'une de l'autre et à 45° de la direction de la traction, en même temps qu'en une force uniforme de dilatation. La valeur de chaque tension de cisaillement et aussi de la tension de dilatation est, dans chaque cas, égale au tiers de la tension de traction. Au premier moment de l'application de la force de traction, l'effet résultant produit et correspondant à ces tensions consistera en une dilatation et en un effort de cisaillement. C'est seulement au flux résultant de ce dernier qu'est due l'élongation continue du barreau; rien de similaire n'a lieu dans le cas de la tension de dilatation, qui n'a qu'un effet initial. L'application continue de chaque force de cisaillement produira un flux correspondant, donné dans chaque cas par $S = \mu\Phi$, où S est la tension de cisaillement, μ le coefficient de viscosité et Φ la vitesse de changement de direction d'une ligne quelconque de la substance dans le plan de cisaillement lorsqu'elle passe par la direction normale à la tension de cisaillement. Le flux résultant dans la direction de l'axe est obtenu en ajoutant les composantes des deux flux dans cette direction, de sorte qu'en résolvant les deux effets, ajoutant les composantes et réduisant l'élongation axiale à celle (e) par unité de longueur, on trouve $e = \Phi$. Comme $T = \lambda e$, et $S = 1/3 T$, où T est la force de traction par centimètre carré, on a $\mu = 1/3 \lambda$; ainsi le coefficient de viscosité est égal au tiers du coefficient de traction visqueuse. Pour comparer ces deux coefficients dans la même substance, l'auteur a adopté deux méthodes distinctes. L'une consiste à choisir une substance suffisamment visqueuse pour que le coefficient de viscosité puisse être déterminé par torsion d'un barreau, et aussi pour que le coefficient de traction visqueuse puisse être trouvé en tirant directement le barreau ou en fléchissant un barreau horizontal. La seconde consiste à choisir une substance suffisamment fluide pour que le coefficient de viscosité puisse être déterminé par la vitesse d'écoulement sous pression à travers un tube, et en même temps assez solide pour que le coefficient de traction visqueuse soit déterminable par la méthode du fléchissement d'un barreau ou de la colonne descendant sous son propre poids. Voici les résultats obtenus pour les valeurs de λ et de μ pour plusieurs substances ayant des valeurs très différentes de ces constantes :

λ	μ	μ/λ
4.3×10^{10}	1.4×10^{10}	3.07
3.6×10^{10}		3.60
3.3×10^{10}	4.0×10^{10}	3.30
12.9×10^9	4.2×10^9	3.07
6.7×10^9	2.2×10^9	3.04
5.9×10^8	2.0×10^8	2.95
9.3×10^7	2.8×10^7	3.25
7.6×10^5	2.6×10^5	2.91

On voit que le coefficient de traction visqueuse λ est bien approximativement le triple de celui de viscosité μ .

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 11 Mai 1906.

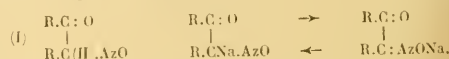
M. A. Russell présente ses recherches sur les points morts d'une aiguille de galvanomètre pour des courants

fugitifs. Quand divers types d'aiguilles de galvanomètre sont reliés à un condensateur et à une batterie de la manière ordinaire par un commutateur à charge et à décharge, on peut observer facilement les phénomènes suivants : Quand l'aiguille est originellement à angle droit de l'axe de la bobine du galvanomètre, et que la trace lumineuse est au centre X de l'échelle, les déviations au moment de la charge et de la décharge sont égales. Si l'aimant de contrôle est tourné d'un petit angle, ou si la fibre de suspension est légèrement tordue, de sorte que la trace lumineuse ne soit pas initialement au centre de l'échelle, les déviations pour la charge et la décharge ne sont plus égales; toutefois, leur différence algébrique est constante. Aussi, pour une position initiale P, de la trace lumineuse, il n'y a pas de déviation au moment de la charge, et pour une autre position initiale P, il n'y a pas de déviation à la décharge. L'auteur appelle ces deux points *points morts*. Si les résistances des circuits de charge et de décharge sont les mêmes, on a $XP_1 = XP_2$. Dans ce cas, la distance P, P, varie directement comme la résistance du circuit de charge et en raison inverse du voltage appliqué. Si la position initiale de la trace lumineuse est en dehors de P, P, les deux déviations pour la charge et la décharge sont dans la même direction. L'auteur montre que ces effets peuvent être expliqués avec une grande exactitude en supposant que le magnétisme de l'aiguille se compose de deux parties, l'une permanente et l'autre proportionnelle à la force magnétisante. — M. W. Duddell présente un appareil qui montre simultanément, sous forme de courbes projetées sur un écran, les mouvements d'un diaphragme de transmetteur téléphonique, le courant lancé dans une ligne téléphonique, le courant reçu à l'extrémité de la ligne et le mouvement d'un diaphragme récepteur, lorsque des sons ou des paroles sont transmis. Au moyen de cet appareil, on peut mettre en évidence les perturbations et l'atténuation produites par la résistance, la capacité et la self-induction de la ligne, et par les diaphragmes du transmetteur et du récepteur.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 3 Mai 1906.

MM. E. C. Baly, E. G. Marsden et A. W. Stewart déduisent de leurs observations des spectres d'absorption de plusieurs composés isonitrosés en solution neutre ou alcaline que les substances libres ont probablement la constitution (I); mais, en présence de soude, l'atome d'hydrogène entre parenthèses est remplacé par Na et devient labile, de sorte qu'il se produit un changement tautométrique :



L'isorropse se produit ensuite entre les groupes $>C:O$ et $>C:Az$. Les composés sont donc jaunes en solution alcaline, par suite de la présence d'une bande d'absorption dans la région bleue visible du spectre, qui est due à l'isorropse. Il y a ainsi une analogie complète entre les corps isonitrosés et les quinone-monoximes, ainsi qu'avec l'isonitrosocamphe. Les conclusions de ce travail sont fortement critiquées par MM. Hewitt, Lowry, Robertson, Forster et Armstrong, mais défendues énergiquement par M. Baly. — M. G. T. Morgan et M^{me} F. M. G. Micklethwait ont observé que la coumarine se dissout plus facilement dans HCl concentré que dans l'eau et que cette solution donne avec un excès d'acide chloroplatinique un chloroplatinate cristallin $4 C^{10}H_6O_2 \cdot H_2PtCl_6 \cdot 4 H_2O$. De même, elle se dissout dans HCl fumant contenant de l'iode et donne par cristallisation un périhydrate d'iodhydrate $4 C^{10}H_6O_2 \cdot III \cdot I_2$. — MM. P. Engels et W. H. Perkin jun., en traitant la brésiline $C^{10}H_6O_2$ produit d'oxydation de la brésiline en solution alcaline par un excès de sulfate de

méthyle et de KOH, ont obtenu la triméthylbrésiléine $C^6H^9(OCH^3)^3O^2$ en deux modifications, F. 160° et F. 178°. Dissoute dans l'acide sulfurique concentré et le produit versé dans l'eau, il se précipite des cristaux vermillons de sulfate de triméthylisobrésiléine. La triméthylbrésiléine donne un composé d'addition avec une molécule d'hydroxylamine. — MM. W. H. Perkin et J. L. Simonsen, en faisant réagir le tribrômopropène sur le dérivé sodé du malonate d'éthyle, ont obtenu, outre l'éther $C^6H^{15}O^2Br$ déjà décrit antérieurement et les acides qui en dérivent, un éther $C^6H^{14}O^4Br^2$, Eb. 191° sous 11 mm., probablement de constitution $CH^2 : CBr : CH^2 : C(CO^2C^2H^5)^2$. Digéré avec KOH alcoolique, il donne un acide fondant à 47°, qui, bouilli avec l'eau ou les acides minéraux, est converti quantitativement, par réarrangement moléculaire, en acide *m*-toluïque; cet acide est désigné sous le nom d'acide pseudo-*m*-toluïque. — M. J. Mc C. Sanders a étudié l'acide pipitzaïque extrait de la racine de Pipitzaïac. Il possède la formule $C^6H^{14}O^4$ et est donc isomère à la camphoquinone. Il fond à 104°-105° au-dessus de cette température, il perd CO et CO² et donne un sublimé cristallin incolore, F. 140°, de formule $C^6H^{14}O^2$, dextrogyre. Par fusion avec KOH, il donne de la méthylhexylénecétone et de l'acide butyrique. Il est réduit avec formation d'un produit isomère au benzylidène-campaire. La soie peut être teinte en vert olive par l'acide pipitzaïque après mordantage à l'acétate de cuivre. — M. Ch. K. Tinkler, par l'étude des spectres d'absorption ultra-violettes, montre que les hydroxydes produits par l'action de NaOH sur les méthodures d'acridine, de méthylacridine et de phénanthridine sont des carbinols. — M. G. W. A. Foster a constaté qu'une solution neutre ou alcaline de ferrocyanure de potassium, exposée à la lumière, précipite de l'hydrate ferrique; en présence d'un sulfure alcalin, il se forme du sulfure ferreux. Il n'y a aucune précipitation à l'obscurité; l'action est entièrement photochimique; elle est due à la dissociation des ions ferrocyanogène complexes par la lumière. — M^{lle} E. M. Rich et M. M. W. Travers ont déterminé les points de congélation d'une série d'amalgames d'ammonium. La valeur de la dépression moléculaire concorde avec celle qu'a obtenue Tammann pour des solutions d'autres métaux dans le mercure, ce qui montre que l'amalgame d'ammonium est une simple solution d'ammonium dans le mercure. — MM. A. G. Green et A. G. Perkin ont constaté que l'acétate le plus élevé de la cellulose est le triacétate et que le tétraacétate mentionné par divers auteurs n'est qu'un triacétate. Il n'y a donc que trois hydroxyles dans la molécule de cellulose non polymérisée. — M. F. P. Leach, en traitant le nitroschlorure de pinène par le cyanate de potassium et versant le produit dans l'eau, a obtenu un précipité $C^6H^{17}Az^2O^2$, F. 238°-240°. Réduit par le zinc et l'acide acétique, il perd CO² et AzH³ et donne une β -carbamide, $C^6H^{16}OAz^2$, F. 224°. Ce même composé, traité par H²SO⁴ concentré, perd également CO² et AzH³ et donne une base $C^6H^{16}OAz^2$, F. 123°-125°. — M. S. Ruhemann critique les conclusions auxquelles sont récemment arrivés Rogerson et Thorpe dans l'étude des acides glutamique et acétique.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 6 Avril 1906.

MM. R.-J. Manning et W.-R. Lang communiquent leurs recherches sur la détermination de l'acide borique, seul ou en présence d'acide phosphorique. Par distillation de 0 gr. 5 à 1 gr. 5 d'acide borique avec 250 centimètres cubes d'alcool méthylique à une température de 66°-67°, il est complètement évaporé à l'état de composé triméthylque au bout d'une heure et demie. Le distillat est traité par une solution concen-

trée de chlorure de baryum; il se forme du borate de baryum et HCl qui est exactement neutralisé par une solution de soude demi-normale. Le borate se précipite; il est filtré, lavé à l'alcool, séché à 110° C. et pesé sur un filtre taré. Les résultats sont très exacts. Pour titrer l'acide borique en présence de sulfates et de phosphates, on ajoute au mélange de l'acide sulfurique jusqu'à réaction acide au méthyl-orange, ce qui indique la mise en liberté des acides borique et phosphorique. Puis on ajoute de la soude demi-normale jusqu'à alcalinité à la phénolphthaléine, ce qui indique la formation de phosphate disodique. Enfin, on ajoute de la glycérine et on titre l'acide borique par l'alcali. La méthode est exacte.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Février, Mars et Avril 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Millosevich: Observations de la comète 1905 c Giacobini, et des comètes 1905 b et 1906 a, faites à l'Observatoire du Collège Romain, à l'équatorial de 39 centimètres d'ouverture. — M. C. Arzela donne les conditions d'existence des intégrales dans les équations aux dérivées partielles. — M. G. Castelnuovo: Sur les séries algébriques de groupes de points appartenant à une courbe algébrique. — M. B. Levi, se rapportant à un travail de M. Lebesgue, expose ses recherches sur les fonctions dérivées. — M. G. Lauricella s'occupe d'intégration des équations de l'équilibre des corps élastiques isotropes. — M. E. Lebon: Théorie et construction de tables permettant de trouver rapidement les facteurs premiers d'un nombre. — M. R. Marcolongo: sur les intégrales des équations de l'électrodynamique. — M. L. Orlando fait une application de l'intégrale de Fourier au problème des vibrations du sol isotrope; dans une autre Note, il s'occupe de l'intégration d'une remarquable équation différentielle aux dérivées partielles. — M. G. Pavanini s'occupe du problème des deux corps dans l'hypothèse d'un potentiel newtonien retardé, et fait un premier essai d'emploi de ces potentiels en Astronomie.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Battelli étudie la résistance électrique que présentent les conducteurs enroulés en solénoïdes, résistance qui diffère beaucoup de celle des mêmes conducteurs étendus en ligne droite, et qui s'éloigne des données théoriques contenues dans les travaux de Wien et de Sommerfeld. — M. L. Tieri décrit une modification que l'on peut apporter au détecteur de M. Sella, dans lequel, comme l'on sait, l'hystérèse magnétique est engendrée par une déformation élastique, tandis que, dans le détecteur Marconi, l'hystérèse est due à un changement du champ extérieur. — M. R. Magini transmet la suite de son étude sur l'influence des bords sur la capacité électrostatique d'un condensateur. — M. C. Chistoni présente la suite des mesures pyrhéliométriques exécutées sur le Mont Cimone pendant les étés 1902-1905. — M. E. Tegliolo apporte une contribution à l'étude du pyrhéliomètre à compensation électrique d'Angström, et insiste sur l'exactitude de cet instrument qui, dans les mesures difficiles, conduit à des erreurs de 0,01 cal.-gramme par minute et par centimètre carré. — M. A. Sauve réclame la priorité d'une nouvelle disposition apportée au spectroscopie pour l'étude de la surface solaire, présentée par M. Nodon à l'Académie des Sciences de Paris, et décrit l'appareil qu'il a imaginé. — M. A. Pochettino communique ses expériences sur la propriété de l'anthracène d'émettre des électrons sous l'influence de la lumière ultra-violette. — M. G. A. Blanc, ayant découvert la présence d'une substance radio-active dans les sédiments des eaux des sources thermales d'Echaillon et de Salins-Moutiers en Savoie, a cherché à établir la nature de cette substance très active, qui présente les caractères du thorium. — M. F. Eredia résume les observations pluviométriques à Rome de 1825 jusqu'à

nos jours, et la distribution de la pluie mensuelle et annuelle. — **MM. R. Nasini et G. Levi** ont fait l'examen, à l'aide d'un électroscope à cloche, de la radio-activité des gaz contenus dans l'eau de la source de Fiuggi près d'Anticoli; cette eau est la plus radio-actives des eaux thermales italiennes. — **M. G. Levi et M. Voghera** continuent leurs recherches sur la formation par électrolyse des hyposulfites. — **M. M. Padoa**: Sur les produits d'hydrogénation du pyrrol à l'aide du nickel réduit. — **M. G. Bargellini** décrit les produits de condensation de l'acide rhodanique avec les aldéhydes.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. V. Monti** s'occupe de l'interprétation mathématique des sismo-grammes, et de l'origine probable de la distribution des orages italiens suivant les saisons. — **M. P. Moderni** fait quelques remarques sur les formations volcaniques du Latium, et sur la constitution du Monte Cavo. — **M. C. Parona** donne la description de quelques fossiles turoniens recueillis par M. Vinassa de Regny dans la Tripolitaine septentrionale, à Tarahuna, près de Homs. — **M. A. Martelli** s'occupe de la formation du Mésozoïque du Monténégro et en décrit les fossiles. — **M. V. Ducceschi** présente une série d'observations qu'il a faites sur un sujet qui présentait une fistule bronchique postérieurement sur le thorax, et étudie les rapports entre les mouvements respiratoires du thorax et du diaphragme, et les modifications de la pression bronchique dans la phonation. — **M. Taco Kuiper** étudie le mécanisme respiratoire des Poissons osseux. — **M. E. Pantanelli** s'occupe de l'influence des colloïdes sur la sécrétion et l'action de l'invertase. — **M. L. Petri** a reconnu, en poursuivant ses recherches sur la mouche de l'olivier, que les bactéries qui se trouvent dans le tube digestif de l'insecte ne sont pas attribuables à une contagion extérieure, mais probablement à la fonction digestive dans l'alimentation de la larve. — **M. N. Brizi** expose les résultats de ses recherches sur la manière de caractériser les altérations causées aux plantes cultivées par les émanations gazeuses des établissements industriels, et en particulier l'action des vapeurs fluorhydriques sur les feuilles de mûrier. — **M. B. Longo** adresse une notice préliminaire sur les résultats qu'il a obtenus en étudiant la capricification et les rapports qui existent entre le figuier cultivé et le figuier sauvage; de plusieurs observations on déduit que ce dernier peut donner des fruits bons à manger. — **M. R. Perotti** a fait des recherches sur la distribution de l'azotobactérie en Italie, et, en ayant relevé la présence dans plusieurs terrains très éloignés entre eux, exprime l'opinion que l'azotobactérie se trouve dans tous les terrains de la péninsule italienne. — **M. G. Di Stefano** signale l'existence de l'Eocene dans la péninsule de Salerne. — **M. F. Millosevich** s'occupe de quelques minéraux de la vallée de Saint-Barthélemy, dans le Val d'Aoste, et précisément de la rodocrosite, de l'or cristallisé et de l'hématite titanifère de Pratrogna. Le même auteur transmet la description et les mesures de quelques cristaux de bornonite, qu'il a trouvés cachés dans une variété de blende du Sarrahus en Sardaigne. — **M. L. Colomba** expose les observations et les mesures exécutées sur des cristaux de schéelite de Traversella. — **M. F. Zambonini** fait une communication sur la constitution de la titanite et en donne la formule suivante: $\text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Ca}$. — **M. C. Gorini** signale une coloration défectueuse du fromage de Gorgonzola, due à l'introduction de bactéries dans la pâte, lorsqu'on y fait des trous, pour provoquer le vert des moisissures, avec des aiguilles qui transportent à l'intérieur les impuretés de la croûte.

ERNEST MANCINI.

images photographiques avec un appareil photogramétrique fixé dans un ballon, il faut opérer avec un ballon captif non monté. L'appareil est porté à l'intérieur du ballon, dans une boîte cylindrique, par une suspension à la Cardan. Par un fil électrique qui le relie à l'observateur, l'appareil prend automatiquement des vues aussitôt que la plaque est dans une position horizontale. L'auteur donne le moyen de déterminer la position du ballon et l'orientation de la plaque.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. Alb. Defant** présente ses recherches sur les oscillations périodiques de température pendant le fœhn. Elles sont en relations avec des ondulations stationnaires de l'air à longueurs d'onde déterminées, absolument analogues aux seiches observées par Forel sur le Lac Léman. — **M. E. Murrmann** procède à une nouvelle détermination du poids atomique du cuivre, basée sur le rapport dans lequel il se combine avec l'oxygène par chauffage. — **M. C. Doelter** a déterminé à nouveau les points de fusion des feldspaths naturels au moyen du microscope à cristallisation; il obtient des températures inférieures à celles qu'ont trouvées Allen et Day pour les plagioclases artificiels. — Le même auteur décrit les méthodes qu'il emploie pour la détermination des points de fusion et de solidification des silicates, en particulier la méthode optique, puis pour la détermination des points eutectiques, et la mesure du frottement interne des fusions. — **MM. A. Skrabal et J. Preiss** ont étudié le mécanisme de la réduction du permanganate par les substances organiques. Il paraît exister un degré d'oxydation intermédiaire entre MnO et Mn^{2+} , qui a une action oxydante plus rapide que l'acide permanganique et qui produit au commencement une accélération de la réduction. Ce constituant actif est l'ion manganique ou le sel manganique à l'état naissant. — **M. I. Mauthner** a déterminé le pouvoir rotatoire d'une série de dérivés de la cholestérine et observé un cas remarquable de mutarotation. La transposition du bibromure labile de β -cholestérine dans son stéréoisomère stable a lieu à la température ordinaire et peut être suivie par la modification de pouvoir rotatoire qui l'accompagne. — **M. M. Barber** a préparé les phosphotungstates de glycocolle, d'alanine, d'asparagine et d'acide glutamique et mesuré leur solubilité. — **M. C. Pomeranz**, en condensant la benzaldéhyde avec l'o-nitroaniline, a obtenu la benzylidène-o-nitroaniline, qui est réduite en benzylidène-o-aminoaniline, laquelle, traitée par l'acide nitreux, se transforme en phénanthridine. Une partie de cette dernière, toutefois, est décomposée par H_2O_2 avec formation d'isoquinoline et d'acide succinique. — **M. R. Haid** a constaté que les deux nitro- α -naphthoquinolines de Claus et Imhoff sont, en réalité, des mélanges d'où l'on peut extraire 4 dérivés mononitrés isomères; deux ont été réduits en composés aminés, qui, oxydés par le permanganate, fournissent un même acide 7:8-quinolinedicarboxique. — **M. C. Kaas** a constaté que l'allumine d'œuf de poule cristallise peut contenir du phosphore dans certaines circonstances. Une cristallisation répétée d'une solution à demi-saturée de sulfate d'ammonium ne diminue que faiblement la teneur en phosphore. Toutes les ovalbumines des œufs de Styrie renferment du phosphore.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **M. C. Diener** communique ses recherches sur la faune du Trias moyen et supérieur de Spiti. — **MM. A. Elschütz et H. Lauber** ont constaté que les « cellules en peloton » de l'iris sont de nature épithéliale; elles dérivent de la feuille pigmentée rétinale. — **M. G. Haberlandt**: Sur le géotropisme du *Caulerpa prolifera*. — **M. F. von Hæhnel** présente ses recherches de systématique spéciale sur un grand nombre de champignons nouveaux.

L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 5 Avril 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. A. Schell** montre que, pour obtenir, dans un but topographique, de bonnes

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

R. Knietsch. — Le chimiste allemand Rodolphe Knietsch, directeur des importants établissements de la *Badische Anilin und Soda Fabrik*, vient de mourir à l'âge de cinquante-deux ans. Il était bien connu par son procédé de contact pour la fabrication de l'anhydride sulfurique, qui a supplanté en nombre d'usines l'ancien procédé des chambres de plomb. C'est lui aussi qui, aidé de quelques collaborateurs, trouva la solution de la préparation commerciale de l'indigo synthétique, autre révolution importante dans le domaine de l'industrie chimique. Enfin, il fut l'un des promoteurs de l'industrie du chlore liquide.

§ 2. — Astronomie

Les occultations d'étoiles par la Lune. — M. G.-W. Hough poursuit, à l'Observatoire de Dearborn, l'étude de ces phénomènes, et constate que les occultations peuvent être réparties en quatre classes principales :

- 1^o Disparition instantanée;
- 2^o Disparition lente;
- 3^o Changement soudain dans l'éclat de l'étoile;
- 4^o Projection de l'étoile sur le disque, dans la partie éclairée par la Terre seule.

Le second et le troisième cas permettent de présumer assez sûrement que l'on est en présence d'une étoile double, tandis que les irrégularités du bord et l'irradiation interviennent dans le quatrième cas.

Ces recherches sont d'autant plus intéressantes que M. Hough est conduit à suggérer une méthode plus expéditive que celle de Bessel pour la prédiction des occultations. Cependant, nous ne craignons pas de répéter ce que nous avons déjà dit en ce qui concerne les occultations : les documents accumulés sont déjà considérables, et ils deviendront bientôt inutiles si personne ne les utilise pour corriger le mouvement et la théorie de notre satellite. Or, en particulier, l'opportunité est hors de doute d'examiner à nouveau les problèmes qui se rattachent au moyen mouvement de la Lune, et la question semble avoir fait peu de progrès depuis les recherches que publiait M. Newcomb à

cet égard il y a vingt-cinq ans; depuis, néanmoins, la discussion des passages de Mercure a montré que les écarts progressifs des positions de la Lune, par rapport aux tables de Hansen, n'avaient pas leur source dans une variation lente de la rotation diurne du globe terrestre. De légères erreurs ont été relevées dans les formules de Hansen, la plus forte affectant l'inégalité parallaxique, mais elles n'expliquent pas la divergence.

Il serait vraiment temps, maintenant que nos idées se précisent sur la structure et la surface lunaires, d'enserrer dans des formules précises le mouvement de notre satellite, le corps le plus voisin de nous! Les travaux de E. Nevill, à l'Observatoire du Natal, constituent la meilleure contribution à ce desideratum : il en résulte qu'il faut résolument tenir compte de perturbations planétaires négligées jusqu'alors, et, tant que l'étude des résidus mettra en évidence quelque cause inconnue, on ne doit négliger dans ce but, ni les dépenses, ni les efforts.

Parallaxe d'étoile filante. — Le 12 août 1904, M. P. Getz, d'Heidelberg, photographiait la nébuleuse d'Andromède à l'aide de deux objectifs distants l'un de l'autre de 0^m,68. Au développement, on remarqua qu'un météore vu pendant la pose avait laissé une trace sur les deux plaques. Il fut ainsi possible de déterminer sa trajectoire exacte et de prendre certains points de cette trajectoire aux endroits les plus brillants, afin d'en déduire une parallaxe absolument sûre.

Le résultat donne une parallaxe moyenne de 28".12, et six points pris sur la trajectoire offrent des valeurs variant de 28".26 à 10".0. En prenant comme base d'un triangle la distance de 0^m,68, intervalle entre les deux appareils, on trouve, pour les distances du météore, en différents points de sa course : 4^{km},98; 3,78; 5,05; 5,57; 8,27; 14,03.

La trajectoire paraissait rectiligne; mais, en réalité, les nombres montrent que le météore suivait une courbe dont la convexité était tournée vers l'observateur. La traînée comprenait sur la plaque 9 degrés environ.

¹ *Astronomische Nachrichten*, n° 3973.

La parallaxe des étoiles filantes est trop difficile à observer et à déterminer avec précision pour que la *Revue* néglige de signaler une mesure de ce genre; mais il s'agit là d'un des météores les plus bas qu'on ait jamais observés sérieusement, et le résultat lui-même appelle d'autres mesures, — car nous ne sommes pas familiarisés avec la pensée de passer si près des étoiles filantes.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La transmission des signaux sur mer en temps de brouillard. — On sait qu'en temps de brouillard les phares les plus puissants deviennent parfois invisibles; si la tempête s'en mêle, on n'entend plus les sirènes de ces phares, ni celles des bâtiments voisins, et, si on les entend un peu, il est très difficile, en raison des réflexions du son sur ces brouillards, d'en identifier la situation. Si l'on pouvait, par conséquent, parvenir à transmettre par l'eau même de la mer les sons d'un signal quelconque, d'une cloche, par exemple, agitée par l'eau, on augmenterait singulièrement la sécurité des navires en ces moments dangereux et fréquents.

La transmission de certains sons se fait par l'eau très facilement et à de très grandes distances, mais le difficile était de trouver un récepteur qui, installé à bord du navire, séparerait ces sons des bruits du navire assez complètement pour laisser entendre distinctement la cloche.

La *Submarine Signal Co* de New-York y est parvenue en n'employant que des cloches à sons très aigus et, comme récepteurs, des microphones sensibles seulement aux sons aigus. A cet effet, ces microphones sont disposés sur des réservoirs collés sur la quille du navire, à l'intérieur et au-dessous de la flottaison, et remplis d'un liquide plus dense que l'eau de mer. Les bruits du navire semblent ne pas passer dans le réservoir des microphones, qui laissent parfaitement entendre, jusqu'à une quinzaine de kilomètres, le son d'une cloche installée sous un bateau-phare par exemple. En outre, si l'on dispose de deux de ces appareils: un à bâbord et l'autre à tribord, leur audition simultanée au poste du pilote, par des téléphones appropriés, indique parfaitement la direction d'où vient le son. On peut entendre ainsi non seulement le son d'une cloche, mais le bruit que fait, par exemple, l'hélice d'un navire distant de quelques kilomètres.

Cet appareil est actuellement monté sur le *Kaiser Wilhelm* et quelques autres grands navires allemands et américains; il est en expérience sur des sous-marins, et il a partant donné des résultats décisifs, qui consacrent son succès complet. Comme preuve, nous nous bornerons à reproduire l'attestation suivante de M. Hagemann, capitaine du *Kaiser Wilhelm II*, faite à la *Society of Arts* de Londres.

« A l'entrée du *Kaiser Wilhelm* dans le Weser, le 27 février, on entendit la cloche du phare de l'embouchure avec le récepteur un point à tribord, à la distance de 40 nœuds, en brouillard épais, vent S.-O. et mer calme. On changea la direction du navire d'un point à tribord, et l'on n'entendit plus alors la cloche qu'au récepteur de bâbord, ce qui indiquait que le phare se trouvait environ à un point en avant de cette direction, comme on s'en assura d'ailleurs ensuite. Marchant à la vitesse de 13 à 14 nœuds, on n'entendit la sirène du phare que treize minutes après, et dans la même direction que le signal de la cloche... Peu après la première localisation du signal sous-marin, nous avons dépassé trois navires non pourvus de l'appareil, et qui cherchaient encore le phare. Cette localisation certaine en épais brouillard, et à la distance d'environ 40 nœuds, confirme l'utilité extraordinaire de cette invention pour la sûreté de la navigation en tout temps. »

Après de nombreux essais, l'appareil de la « *Submarine Signal Co* » vient d'être adopté officiellement par la marine de guerre américaine.

§ 4. — Physique

Une étude expérimentale des étincelles de condensateurs. — Les besoins de la télégraphie sans fil ont, dans ces derniers temps, donné un intérêt tout spécial aux éclateurs insérés dans un circuit métallique, notamment au point de vue de leur influence sur la distribution des intensités et des tensions, ainsi que sur la durée et l'amortissement des décharges.

M. Ad. Heydweiller, professeur à l'Université de Münster, avait, dès 1891, tâché de résoudre ce problème par des mesures absolues d'énergie faites sur des étincelles de condensateurs, méthode que beaucoup ont imitée après lui. Il avait pu constater ainsi qu'un facteur analogue à la résistance ohmique des métaux et des électrolytes ne suffit point à représenter les phénomènes observés dans le cas des petites étincelles (jusqu'à 3 millimètres de longueur), leur énergie, loin d'être exprimée sous la forme de la loi de Joule, étant, en première approximation, proportionnelle à la durée de la décharge, dans le cas de grandes résistances insérées dans le circuit.

Dans un récent Mémoire¹, M. Heydweiller, en continuant ses recherches, fait voir que, les facteurs caractéristiques des décharges par pointes, d'un côté, et des décharges silencieuses, de l'autre, présentant une parfaite analogie, l'on peut compléter l'équation différentielle des décharges de condensateurs sans étincelle (d'après G. Kirchhoff et Lord Kelvin), en leur ajoutant des termes supplémentaires caractéristiques des éclateurs. L'intégration de cette équation différentielle généralisée étant possible dans certains cas, l'auteur en déduit plusieurs méthodes pour déterminer les deux constantes nécessaires à leur utilisation numérique. Ces deux constantes sont des fonctions sensiblement linéaires de la longueur de l'étincelle.

Au moyen de ces constantes et des potentiels explosifs donnés, on calcule dans certains cas la durée et l'énergie des étincelles, l'amortissement de la décharge et le nombre de décharges partielles, ainsi que l'allure temporaire des intensités et des tensions.

L'accord entre la théorie et l'expérience étant très satisfaisant, on pourra se baser sur ces recherches pour le calcul numérique des problèmes de distribution de courants dans les circuits à éclateurs. La résistance ohmique de ces derniers est pratiquement négligeable pour des distances explosives inférieures à 7 millimètres.

L'électricité de contact des alliages. — On sait que le point de fusion de certains alliages est inférieur à ceux de tous leurs composants. Or, comme un point de fusion moins élevé indique une solidité moindre de la structure moléculaire, et qu'une faculté plus grande de se scinder en ions, comme l'a fait voir M. N. Heselun, est en faveur d'une électrisation positive, l'on pouvait supposer que les alliages à point de fusion moins élevé s'approcheraient de l'extrémité positive de la série des tensions de Volta davantage que ne le demande leur composition. M. Heselun vient de vérifier cette supposition par des expériences faites en collaboration avec M. N. Georgiewski².

L'alliage de Lipowitz, qui, tout en se composant des mêmes métaux, présente un point de fusion de 5° inférieur à celui de l'alliage de Wood, s'est toujours trouvé être positif par rapport à ce dernier. Les deux alliages se comportent de la même manière vis-à-vis des métaux composants, étant positifs par rapport à Bi et Sn et négatifs par rapport à Cd, tout en présentant une différence de tension nulle par rapport à Pb. Les alliages $A_1 = 50 \text{ Zn} + 50 \text{ Pb}$, et $A_2 = 90 \text{ Zn} + 10 \text{ Sb}$, dont les points de fusion sont également inférieurs à ceux que donne le calcul, se montrent positifs par

¹ *Annalen der Physik*, n° 4, 1906.

² *Beiblätter*, tome XXX, 1906.

rapport à tous leurs composants. Les alliages $32\text{Cd} + 68\text{Sn}$, le laiton, $50\text{Al} + 50\text{Sn}$, etc., qui ont également été étudiés, occupent une place concordant sensiblement avec leur composition.

§ 5. — Électricité industrielle

Les nouvelles lampes à incandescence. —

La Revue a, l'année dernière, attiré l'attention de ses lecteurs sur les lampes à incandescence, nouvelles alors, à filaments de tantalé, d'osmium et de zirconium, qui donnaient, à cette époque, les plus belles espérances; depuis, ces espérances paraissent s'être réalisées, du moins en grande partie, à en juger par le très grand nombre de ces lampes employées, même à Paris, et la poursuite du progrès en matière de lampes à incandescence continue avec la même ardeur.

Il n'y a pas lieu de s'en étonner si l'on songe que, dans les meilleures de ces lampes, on n'utilise pas, en radiations lumineuses, le centième de l'énergie électrique dépensée, de sorte qu'il semble qu'il y ait là un champ presque infini de recherches ouvert aux savants et aux inventeurs. Le rendement de ces lampes augmente rapidement avec la température, presque comme la cinquième puissance de cette température; il y a donc grand avantage à élever le plus possible la température des filaments, et c'est ce à quoi visent toutes les tentatives nouvelles.

Voici, à ce sujet, quelques renseignements donnés par M. G. Richard à l'une des récentes séances de la Société d'Encouragement. Le prix des lampes à osmium, zirconium et tantalé baisse constamment, à mesure que leur fabrication s'améliore et s'étend. Le prix de la lampe à tantalé est tombé de 7 francs à 3 fr. 25; sa dépense ne dépasse guère 1,6 watt par bougie. Au bout de cinq cents heures environ, le filament risque de se casser; mais il suffit de secouer la lampe pour que le bout brisé, venant au contact du reste du filament, s'y ressoude automatiquement. Cette opération peut se répéter quatre ou cinq fois, et prolonger ainsi très loin la durée de la lampe. On a, en outre, constaté que la lampe au tantalé dure beaucoup moins avec le courant alternatif qu'avec le courant continu.

Les lampes à l'osmium et au zirconium dépensent, comme celles au tantalé, dans les environs de 1,5 watt par bougie; mais voici une nouvelle lampe, celle de M. Kutzel, qui ne dépenserait que 1 watt, c'est-à-dire de trois à quatre fois moins que les meilleures lampes au carbone, d'après des essais exécutés sur une centaine de lampes par M. Kremenezky, et l'on espère arriver à en établir ne dépensant que 0,5 watt et durant de mille à mille cinq cents heures, ce qui amènerait une révolution complète dans l'industrie de l'éclairage au gaz, et même celle des petits arcs électriques. Quant à la composition exacte et à la fabrication du filament des lampes Kutzel, on n'en sait guère que ce que veulent bien en dire les brevets assez nébuleux de l'inventeur.

D'après ces brevets, on constituerait, en effet, ces filaments par des métaux : molybdène, tungstène, ... voire même de l'uranium, tirés de leurs dissolutions colloïdales, c'est-à-dire de leurs émulsions à l'état infinitésimal. On obtiendrait ainsi ces métaux à l'état très pur et sous forme de substances plastiques, tréfilables, donnant, par leur séchage, des fils suffisamment résistants. Il paraît bien difficile de retirer une masse appréciable de métal d'une dissolution colloïdale, qui n'en renferme que des traces, et c'est sous cette réserve qu'il faut signaler ce brevet.

D'après les brevets de M. Hanaman, le filament de ses lampes dites « au wolfram » s'établirait en partant d'un filament de carbone très mince ($0^{\text{mm}}.3$), chauffé, par un courant électrique, dans une atmosphère de chlorure de tungstène ou de molybdène, en présence d'hydrogène, de manière à déposer sur le charbon une couche de tungstène; puis, dès que l'épaisseur de ce dépôt est suffisante, on porte le filament à l'incandes-

cence dans une atmosphère d'hydrogène raréfiée à la pression de 15 à 20 millimètres. Le tungstène forme alors, avec le carbone du filament, un carbure très homogène, brillant et à reflets métalliques. Enfin, on porte ce filament de carbure de tungstène à une température très élevée, soit, par le courant, dans une atmosphère réductrice, soit dans un creuset avec du sous-oxyde de tungstène, et ce pendant plusieurs heures, au voisinage de 1.600°.

Enfin, la Société Auer aurait tout récemment obtenu des filaments de tungstène et de molybdène en traitant des hydrates de ces métaux par l'ammoniaque jusqu'à la formation d'une pâte compacte dont on fait ensuite des filaments. Ces lampes, comme celles de Kutzel et de Hanaman, ne dépenseraient que 1 watt environ par bougie, marcheraient mille heures sans faiblir avec des courants de 110 à 120 volts et donneraient une lumière très blanche.

Ce ne sont là que des indications assez vagues, mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'il se présente actuellement un grand nombre de lampes extrêmement intéressantes, qui constituent très probablement un progrès important sur les lampes usuelles, et qu'il serait très désirable d'être fixé sur leur valeur réelle par des essais impartiaux et méthodiques.

§ 6. — Chimie

La présence d'alcool dans le pain. — On a supposé, depuis longtemps déjà, qu'à la suite des processus fermentatifs qui ont lieu pendant la cuisson du pain il devait se former de petites quantités d'alcool; mais on n'était pas bien d'accord sur la proportion qui est effectivement retenue par la pâte. M. O. Pohl vient de se livrer à une nouvelle étude de la question, qui lui a permis d'arriver à des conclusions précises.

Le pain est soumis à la distillation dans un digesteur de Papin d'environ 8 litres de capacité, dans le couvercle duquel passe un tube communiquant avec un condenseur de Liebig. La charge consiste en 2 litres d'eau et 990 grammes de pain divisé en petits cubes. Le distillat, mesurant environ 500 centimètres cubes, possède une forte odeur de pain frais, une réaction acide et exige 1,15 centimètre cube de solution de potasse normale pour sa neutralisation. Les distillats réunis (environ 2 litres) de quatre charges, représentant 1.419 grammes de pain, sont saturés de chlorure de sodium et redistillés dans un flacon pourvu d'un rectificateur de Hempel jusqu'à ce qu'ils soient réduits à la moitié de leur volume. Le distillat est de nouveau saturé de NaCl, réduit de moitié par redistillation, et l'on continue cette opération jusqu'à ce que le distillat final mesure 120 centimètres cubes. Ce dernier est alors saturé de chlorure de calcium et distillé. Le distillat ultime, mesurant 50 centimètres cubes, a un poids spécifique de 0 gr. 9885, correspondant à 6 gr. 66 d'alcool dans 100 centimètres cubes. On en déduit que 100 grammes de pain ordinaire renferment normalement 0 gr. 0733 d'alcool.

§ 7. — Botanique

Le Jardin botanique de la Ville de Paris.

— Plusieurs membres du Conseil municipal de Paris viennent de déposer sur le bureau de cette assemblée une proposition qui va être mise à l'étude par l'Administration et qui conclut :

1° Au vote du principe de l'établissement à Bagatelle d'un Parc botanique, d'une Station d'étude botanique et de culture ;

2° A l'organisation de cultures botaniques appliquées à l'art, ainsi qu'à celle d'un Musée et d'Expositions des arts de la plante dans l'un des pavillons du Parc ;

3° A l'envoi d'une délégation du Conseil aux Jardins

de Kew, proposés comme le type dont il y a lieu de s'inspirer, sans se borner cependant à une copie servile;

4° A la désignation d'une Commission spéciale qui aurait à s'occuper de tous les détails d'organisation de la création projetée à Bagatelle.

— Le phyloxera dans une vigne tunisienne.

Jusqu'ici les vignobles tunisiens avaient échappé au phyloxera. Le Gouvernement du Protectorat avait pris les mesures les plus sévères pour empêcher l'introduction du terrible insecte sur son territoire : interdiction d'introduire non seulement des pieds de vigne étrangère, mais même des boutures d'autres arbres fruitiers, même des branches coupées, et parfois les douaniers faisaient jeter par-dessus bord, à l'arrivée des paquebots en rade de la Goulette, des bouquets de leurs importés de France.

La Tunisie, qui compte actuellement 16.236 hectares de vignes en plein rapport, avait raison de se défendre; mais les précautions prises ont été insuffisantes : le Syndicat des viticulteurs tunisiens annonce, en effet, qu'une tache phyloxérique intéressant onze ares d'un vignoble vient d'être découverte.

On espère que les travaux d'arrachement des plants et d'injection de sulfure de carbone dans le sol, suivis de l'arrosage au pétrole du terrain infecté, auront raison du fléau. En tout cas, un examen minutieux des vignobles environnants va être pratiqué.

§ 8. — Zoologie

Les moules et les huîtres en Algérie. — Les ressources maritimes de l'Algérie ont été jusqu'ici, sinon complètement méconnues, du moins très peu exploitées. La raison en est d'abord dans l'indifférence vis-à-vis de la mer de la population indigène musulmane, qui n'a guère fourni de marins, voire même de simples pêcheurs sédentaires. Puis les premiers occupants européens sont allés tout d'abord vers les richesses naturelles dont l'exploitation était la plus simple et la plus commode, vers celles qui leur assuraient, dans le temps le plus court et avec le moindre travail, le rendement le plus immédiat et le plus considérable : forêts, mines, etc. Pendant ce temps, l'industrie des pêches maritimes restait dans l'enfance.

Le Gouverneur général actuel de l'Algérie, M. Journaud, pensant que le moment est venu de mettre en valeur toutes les ressources du pays qu'il a reçu la mission d'administrer, a chargé récemment M. J.-P. Bounhiol de dresser l'inventaire des richesses maritimes de notre grande colonie africaine et d'exécuter la première carte ichthyologique des côtes de l'Algérie. M. Bounhiol vient d'achever la première partie de sa mission, qui concerne une catégorie de produits de la mer moins importants, certes, que les poissons au point de vue de l'alimentation générale, mais point négligeables cependant, et qui pourraient donner lieu dès maintenant à une culture artificielle : les moules et les huîtres. Nous croyons intéressant de signaler ici les principales conclusions du Rapport¹ qu'il vient de rédiger à ce sujet :

Les côtes de l'Algérie sont mytilifères. On y trouve de nombreux gisements de moules partout où l'on peut s'attendre à en trouver, c'est-à-dire partout où les conditions, parfaitement connues, favorables à leur développement se trouvent réalisées. Les moulières naturelles, plus nombreuses et plus peuplées autrefois, s'appauvrirent et se raréfièrent en bien des points, principalement dans le voisinage immédiat des grands centres. Les produits de leur exploitation — pratiquée, il est vrai, au prix d'utiles gaspillages et d'incessantes destructions — ne suffirent pas à alimenter la consommation locale. L'Algérie importe, à l'heure actuelle,

deux fois plus de moules qu'elle n'en produit. Trois groupes importants de moulières existent encore : le groupe de l'ouest du littoral oranais, le groupe du golfe de Bougie et le groupe du cap de Bougaroni. Ils pourront être exploités avec plus de prévoyance ou, mieux, être utilisés comme source de naissain par des établissements mytilicoles. La moule s'accroît très vite dans les eaux algériennes, plus rapidement qu'ailleurs, à égalité de conditions favorables. La mytiliculture, facile, rapide, peu coûteuse, a devant elle des débouchés assurés, une prospérité certaine.

Le littoral algérien est également ostréifère. Des huîtres, qui sont presque toutes des variétés probables de l'*Ostrea edulis* Linné, s'y rencontrent à l'embouchure de tous les cours d'eau, dans le fond de tous les golfes où la salure, la température, les courants sont convenables, et à peu près constants. L'Algérie est ostréifère comme le sont ou le furent tous les pays devenus plus tard ostréicoles. Ses huilières naturelles fournissent des produits dont les qualités et l'abondance sont de tous points comparables à ceux qu'on retire des autres rivages où ces animaux vivent spontanément. Les gisements d'huîtres, généralement peu accessibles, placés sur des fonds souvent accidentés ou parsemés d'obstacles, n'ont jamais été exploités. Il faut s'en réjouir, car, s'ils l'avaient été, les huîtres ne seraient plus aujourd'hui en Algérie qu'un vague et lointain souvenir. Ces huilières naturelles doivent être considérées cependant comme une richesse importante. Leur véritable utilisation consiste à les considérer comme source du naissain, nécessaire à l'alimentation de l'industrie ostréicole, dont l'établissement, en Algérie, plus encore que la mytiliculture, s'impose aujourd'hui.

Les essais d'ostréiculture qui ont été faits en Algérie ont été peu sérieux et ont abouti à des échecs. Si l'Algérie ne récolte pas d'huîtres, elle ne se prive pas d'en consommer. Elle en importe tous les ans pour près de 100.000 francs. Et ce débouché offert à la future industrie locale est nécessairement appelé à grandir dans des proportions considérables. D'autre part, l'huître pousse en Algérie deux fois plus vite qu'en France, deux fois et demi plus vite qu'en Angleterre ou en Hollande. En outre, bien des points du littoral algérien réunissent toutes les conditions favorables au développement de l'huître et à sa culture artificielle.

En même temps, l'Algérie possède des rivières ostréifères, en particulier la Macta. L'utilisation de ces rivières est l'une des premières solutions du problème de l'ostréiculture dans ce pays. La Macta est un long et profond canal qui met en communication le marais du même nom avec la mer. Le marais est alimenté par trois importantes rivières permanentes : l'Oued-Tine, l'Alabra, le Sig. Ce canal est, sur près de 6 kilomètres, parallèle à la mer, dont il n'est séparé que par une cloison de sable de 300 mètres de largeur moyenne. Le niveau de l'eau y est plus élevé que celui de la mer de quelques centimètres à peine et le fond y est souvent à plus de 6 mètres au-dessous. Grâce à la plus grande densité de l'eau de mer que les courants marins apportent incessamment par l'embouchure, grâce aussi aux courants osmotiques latéraux qui s'établissent, à travers la cloison de sable, entre la mer et la rivière, les couches profondes de la Macta gardent une salure constante et relativement élevée. L'eau des couches superficielles, au contraire, saumâtre pendant toute la belle saison, peut devenir à peu près complètement douce à la saison des pluies. Dans ce canal vivent en abondance des huîtres, dont les ones, adultes, vieillissent et se reproduisent en toute sécurité sur le fond; dont les autres superficielles, jeunes, provenant d'embryons annuellement fixés sur les végétations immergées des bords, sont exposées à une destruction plus ou moins périodique et plus ou moins générale, par les crues des hivers très pluvieux.

En dehors de cette variation possible de la salure superficielle, la Macta, comme les rivières ostréifères de Hollande, d'Angleterre, de Bretagne, de Vendée,

¹ Bulletin d'Etudes appliquées de l'Ecole supérieure des Sciences d'Alger, nos 7-8, p. 3-92 (janvier-mars 1906).

d'Italie, de Dalmatie, etc., réunit un ensemble de conditions remarquablement favorables à la culture artificielle de l'huître indigène ou importée. La sécurité vis-à-vis des violences de la mer y est complète. Les conditions de densité, de température, de courants, de profondeur, etc., y existent aussi parfaitement et peut-être plus parfaitement qu'ailleurs. Enfin, la condition biologique capitale de posséder un gisement naturel, source normale et indéfinie de naissances, en fait un emplacement ostréicole de premier ordre. L'ostréiculture, immédiatement praticable dans la Macta actuelle, serait assez facilement mise, d'ailleurs, à l'abri des aléas que les crues d'hiver pourraient, de temps en temps, lui faire courir. Pour assurer à l'eau de la Macta, superficielle et profonde, la constance rigoureuse de sa densité, et rendre sa salure complètement indépendante de son débit et des saisons, il suffirait de tracer la dune et d'envoyer à la mer, directement, à travers les 100 mètres de sable qui l'en séparent, l'eau du marais supérieur.

Il apparaît donc, dès maintenant, comme possible de créer une industrie huître en Algérie et de mettre en valeur une nouvelle richesse de notre grande colonie africaine.

§ 9. — Enseignement

Le diplôme d'études supérieures de sciences. — On sait qu'un arrêté du 18 juin 1904 a institué, dans les Facultés des Sciences et des Lettres, un diplôme d'études supérieures. Ce diplôme existait depuis 1894 pour l'Histoire et la Géographie; et cette expérience de dix années n'a donné que d'excellents résultats au point de vue de la préparation professionnelle des professeurs des lycées. Aussi le Ministre de l'Instruction publique, après avis du Conseil Supérieur, a décidé de généraliser cette mesure, qui va être appliquée cette année pour la première fois.

Grâce à ce nouveau régime, les candidats à l'agrégation pourront mieux séparer, dans leurs études, la préparation exclusivement scientifique de la préparation professionnelle. Mais, en dehors des candidats à l'agrégation, il est certain que d'autres étudiants chercheront à obtenir ces diplômes, qui seront la constatation de leurs études scientifiques à l'Université. Il est, en effet, entendu, dit le Ministre dans une circulaire aux Recteurs, qu'*aucune condition d'âge, de grade, ni de nationalité*, ne sera exigée de ceux qui voudront s'y présenter.

La préparation à ce diplôme sera comme un apprentissage scientifique. Les candidats pourront choisir librement le sujet qu'ils veulent traiter, même quand celui-ci ne rentrerait pas directement dans l'un des enseignements donnés par la Faculté; mais il faut, dit la circulaire ministérielle, que, dans l'exercice de cette liberté, ils soient guidés par les conseils de leurs maîtres.

Pour les *Sciences mathématiques*, le candidat devra composer un travail sur un sujet choisi au-dessus des programmes des Certificats de Calcul infinitésimal, de Mécanique rationnelle et d'Astronomie; il devra aussi ajouter quelques développements originaux ou quelques applications nouvelles. Si le candidat choisit l'étude d'un Mémoire, il devra montrer une connaissance approfondie des théories de l'auteur et être capable d'en faire des applications particulières. Enfin, s'il s'occupe de Mécanique physique et expérimentale ou de Mécanique appliquée, il devra se conformer aux règles suivantes, relatives aux Sciences expérimentales.

C'est surtout dans les *Sciences expérimentales* que ce régime rendra des services: il a pour but, en effet, d'obliger les candidats à vivre de la vie de laboratoire, au contact des maîtres de la science, de les initier aux méthodes de recherche et de mesure, de leur apprendre

à se tirer d'affaire avec les ressources, même modestes, d'un laboratoire, et à monter eux-mêmes les appareils dont ils peuvent avoir besoin. On demande, avec raison, aux professeurs des lycées et collèges de développer le côté expérimental de leur enseignement et d'habituer les élèves à manipuler avec des moyens simples. Or, ce n'est que par la vie libre dans le laboratoire que les futurs maîtres acquerront les qualités nécessaires pour remplir cette tâche. Cette initiation à la vie de laboratoire sera également utile aux étudiants qui se destinent à l'industrie ou à ceux qui veulent poursuivre des recherches scientifiques.

Pour que cette initiation porte tous ses fruits, un séjour de deux semestres au moins dans les laboratoires est indispensable. Les travaux et les expériences préparatoires au diplôme seront faits entièrement dans les laboratoires de l'Université, sous la direction et le contrôle d'un de ses maîtres. A Paris, ces travaux pourront être effectués dans des établissements d'enseignement supérieur de l'Etat, tels que le Collège de France et le Muséum d'Histoire naturelle.

Son travail terminé, le candidat devra en exposer la théorie et les résultats dans un Mémoire détaillé, accompagné des cahiers d'expériences et d'observations et d'un court résumé indiquant les méthodes suivies et les résultats obtenus. Ces documents seront déposés au Secrétariat de la Faculté, qui les communiquera au jury d'examen désigné par le doyen. Le résumé de ce travail pourra être imprimé, à la condition d'en limiter l'impression à trois pages au plus du format des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

Le jury, composé d'au moins trois membres de l'Université, rendra compte de la valeur des expériences, des travaux écrits et des épreuves orales, dans un rapport détaillé qui sera transmis au Ministre.

L'Université de Paris. — Nous lisons, dans le Rapport que M. Tannery, sous-directeur de l'Ecole Normale supérieure, vient de rédiger sur la situation des établissements de l'Université de Paris, les statistiques suivantes:

La Faculté de Droit a 6.086 étudiants inscrits, dont 321 étrangers. L'augmentation sur l'année précédente est considérable: 1.289. Les étrangers les plus nombreux sont les Roumains (81), les Egyptiens (68) et les Russes (29 hommes, 29 femmes).

A la Faculté de Médecine, diminution de 93 unités: 3.482 étudiants. « Le doyen de la Faculté, dit le rapporteur, se réjouirait si cette diminution était plus forte. » Sur les 109 étudiantes étrangères, on compte 98 Russes.

A la Faculté des Sciences, le nombre des étudiants est resté stationnaire: 1.610; à la Faculté des Lettres, le nombre est de 2.100; il est en légère augmentation de 33 unités. Dans ces deux Facultés, c'est parmi les Russes que se recrutent principalement les étudiants étrangers.

A l'Ecole de Pharmacie, la disparition prochaine du diplôme de 2^e classe a provoqué une nouvelle diminution. Le chiffre actuel est de 1.318.

An total, l'Université de Paris, l'an dernier, comptait 11.462 étudiants, dont 1.638 étrangers. Les femmes sont au nombre de 968, dont 513 étrangères. L'enseignement est donné par 281 professeurs, agrégés ou maîtres de conférences.

Le budget de l'Université approche de 2 millions de francs, exactement: 1.995.508 francs de recettes et 1.787.257 francs de dépenses.

La situation financière est donc satisfaisante, mais elle peut être modifiée dans l'avenir par la répercussion inconnue qu'aura la loi militaire sur le nombre des étudiants.

LES PHÉNOMÈNES D'ISOMÉRIE EN CHIMIE INORGANIQUE

On a souvent émis l'opinion que l'isomérisie est un phénomène réservé aux composés organiques et qui se manifeste rarement parmi les corps minéraux. Le principal résultat de cette idée préconçue a été d'entraver pour longtemps la recherche de la structure des corps inorganiques.

Or, j'estime, au contraire, qu'une étude approfondie de la constitution des corps inorganiques est d'autant plus nécessaire qu'elle permettra, sans doute, d'établir une théorie générale de la constitution chimique, dont la structure organique ne sera plus qu'un cas particulier.

En Chimie organique, le problème de la constitution des corps se rattache en grande partie aux phénomènes d'isomérisie et son but est de fournir une expression figurable de ces phénomènes, en se basant, d'une part sur un arrangement hypothétique des atomes dans la molécule, et, de l'autre, sur les relations qui existent entre les propriétés chimiques des corps et les variations de liaisons atomiques dans les molécules en question. Ce sont justement ces mêmes points de vue qu'on retrouve dans l'établissement des formules de constitution proposées pour certains groupes de composés inorganiques, tels que les composés métalammoniques, les ferrocyanures, les ferricyanures, les chloroplatinates, etc. Pendant longtemps, ces efforts sont restés sans résultat, et ce n'est qu'en ces quinze dernières années que les recherches, entreprises sur les sels métalammoniques, ont conduit à une théorie plus générale.

Aussi, avant d'aborder les phénomènes d'isomérisie proprement dite, je décrirai les principaux résultats obtenus sur les métalammines.

Par convention, tous les auteurs étrangers qui ont traité des bases ammoniac-métalliques ont adopté pour elles l'orthographe *ammines*, afin de les distinguer des bases organiques ou *amines*.

I. — MÉTALAMMINES.

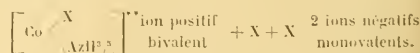
§ 1. — La dissimulation des radicaux et leur substitution.

On sait que bien des sels métalliques, par exemple ceux de cuivre, de cobalt, de chrome, de platine, ont la propriété de se combiner avec l'ammoniac pour former des composés complexes, où les réactions chimiques des métaux et de l'ammoniac disparaissent pour faire place à des réactions nouvelles, qui ne sont caractéristiques ni du métal, ni de l'ammoniac. En étudiant ces composés métalammoniques, surtout ceux d'entre eux qui se distinguent par leur stabilité, comme

les cobaltammines, les chromammines et les platinammines, on s'aperçoit bientôt que l'ammoniac doit être uni tout spécialement au métal et non point aux radicaux acides, car ces composés se comportent tous comme des dérivés salins de radicaux complexes, formés de métal et d'ammoniac. Ainsi, les sels du cobalt trivalent, en s'unissant à six molécules d'ammoniac, forment des composés répondant à la formule générale : $\text{CoX}^3 + 6\text{AzH}^3$, où X représente un radical *acide* monovalent quelconque¹.

Dans toutes les réactions, le radical complexe $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^6]$ se comporte comme une intégrité, c'est-à-dire qu'il joue le même rôle qu'un atome métallique, en particulier celui d'un atome de métal alcalin. La base $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^6](\text{OH})^3$ et les sels $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^6]\text{X}^3$, dissous dans l'eau, sont, en effet, dissociés électrolytiquement comme les composés correspondants des métaux alcalins. En vertu de l'analogie de ces composés avec les ammoniums quaternaires, nous devons conclure que les radicaux acides des sels de l'hexammine-cobalt ne sont plus liés directement au cobalt, mais bien indirectement, et par l'intermédiaire des groupes ammoniacaux. C'est ce que nous exprimons en mettant le radical complexe entre parenthèses et le radical *acide* hors de la parenthèse : $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^6]\text{X}^3$.

Il s'agit maintenant de résoudre la question suivante : de quelle façon les six molécules d'ammoniac sont-elles combinées au cobalt ? La réponse nous est donnée par les faits que voici. Si l'on enlève aux composés hexammoniques du cobalt une molécule d'ammoniac, on obtient les composés : $\text{CoX}^3 + 5\text{AzH}^3$. Mais, par cette élimination d'une molécule d'ammoniac, un des groupes négatifs X a perdu une propriété caractéristique, l'aptitude à se dissocier électrolytiquement. En effet, la solution du nouveau composé : $\text{CoX}^3 + 5\text{AzH}^3$ se dissocie de la manière suivante :



Cette différence de propriétés de l'un des radicaux acides, dissimulé à ses réactifs analytiques, s'explique en supposant une liaison directe de ce radical X avec le cobalt, tandis que les deux autres sont liés, comme dans les sels hexammoniques,

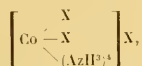
¹ Nous engageons le lecteur à se reporter, pour la préparation et les propriétés de toutes ces combinaisons, aux articles Cobalt des traités de Moissan ou de Danneberg, et, en général, pour les conceptions de M. Werner, à son récent ouvrage : *Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie*. Vieweg und Sohn, Brunswick, 1905.

par l'intermédiaire de l'ammoniac. Ainsi la formule de ce composé s'écrira de la manière suivante :



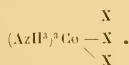
et nous dirons que la molécule d'ammoniac, qui a fait place au groupe X non dissociable, se trouvait en liaison directe avec le cobalt.

Les sels de la série pentammonique, en perdant une molécule d'ammoniac, se transforment en composés tétrammoniques, dans lesquels un seul des groupes X fonctionne comme ion, tandis que les deux autres groupes, non dissociés, doivent être liés au métal. La formule des composés tétrammoniques sera donc la suivante :

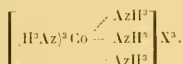


et nous en déduirons que deux des molécules d'ammoniac du groupe cobalthexammonique doivent être directement liées au cobalt.

Si, des sels de cobalt-tétramine, on élimine une molécule d'ammoniac, on obtient les composés triammoniques : $\text{CoX}^3 + 3\text{AzH}^3$. Aucun des groupes X n'étant dissocié électrolytiquement, tous doivent se trouver en liaison directe avec le cobalt, et l'on ne peut donner à ces composés que la formule :



Il s'ensuit que, des six molécules d'ammoniac des composés hexammoniques, trois au moins sont liées directement au cobalt, ce que nous représentons par la formule :



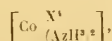
Mais on peut aller plus loin et substituer encore l'ammoniac des composés triammoniques par des groupes X. Comme ces groupes X représentent des radicaux acides monovalents, et que l'atomicité du cobalt reste la même, les groupes X devront être saturés par réunion à un élément ou radical R positif. Par substitution d'une seule molécule d'ammoniac, nous obtiendrons le composé :



et, par substitution des trois molécules, nous aurons le composé :

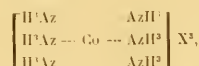


Tous les groupes X de ces composés sont dissimulés. Le premier de ces corps possède les propriétés d'un dérivé salin d'acide à radical complexe :

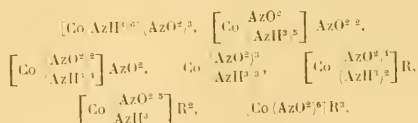


le second, les propriétés d'un dérivé d'acide complexe : $[\text{CoX}^3]\text{H}^3$. Les X, ayant remplacé les molécules d'ammoniac dans les sels triammoniques, doivent également se trouver en liaison directe avec le cobalt, et nous en concluons que les trois molécules d'ammoniac des composés triammoniques présentent elles-mêmes cette liaison.

En résumé, les considérations précédentes nous amènent à représenter les composés hexammoniques par la formule :

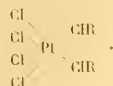


qui exprime que chacune des six molécules d'ammoniac se trouve en liaison directe avec le cobalt, tandis que les groupes négatifs X sont liés indirectement par l'intermédiaire de l'ammoniac; c'est la formule de constitution des sels lutécobaltiques. Si nous remplaçons successivement dans cette formule les molécules d'ammoniac par des groupes X, nous obtenons une série de formules types, formant transition entre les composés métalammoniques et les composés complexes, désignés sous le nom de sels doubles. Par exemple, prenons pour point de départ l'azotite cobalthexammonique et nous aurons les formules suivantes :



§ 2. — Valences secondaires.

La grande conformité de structure moléculaire mise en évidence par ces formules dégradées peut être interprétée, à un point de vue général, en faisant intervenir la notion des valences secondaires. C'est-à-dire que nous supposons qu'en outre des valences principales admises pour les combinaisons ordinaires, les atomes peuvent encore faire valoir des restes d'énergie chimique, qui, faisant fonction de valences secondaires ou pseudo-valences, réunissent des atomes considérés en général comme saturés, tels que le chlore dans les chlorures. Pour les chloroplatinates, par exemple, il en résultera la formule :

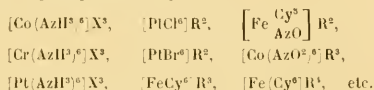


Nous admettons, de même, que l'ammoniac dans les corps métalammoniques est lié au métal par une valence secondaire¹.

§ 3. — Indice de coordination.

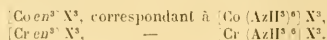
Le nombre maximum d'atomes ou de groupes d'atomes capables de s'unir directement, par valences principales et valences secondaires, à un atome d'un élément quelconque, pour former un radical complexe, a été nommé indice de coordination. Cet indice représente la limite supérieure de l'aptitude des atomes à se combiner avec des radicaux simples ou composés pour former des complexes, qui ne présentent plus les propriétés des atomes ou des groupes d'atomes qui entrent dans leur constitution. Ces groupes faisant partie d'un radical complexe, dont ils ne peuvent se séparer comme ions simples, il en résulte que leurs propriétés se trouvent dissimulées.

Pour la plupart des éléments, l'indice de coordination est égal à six; c'est ce qui explique la composition analogue d'un grand nombre de composés inorganiques, tels que :



Cependant, j'ajouterai que, de même que les atomes n'atteignent pas toujours l'atomicité maxima, ils peuvent aussi ne pas atteindre la limite de saturation donnée par l'indice de coordination. Ce fait n'ayant pas été suffisamment pris en considération a souvent valu à la règle de coordination la remarque d'être arbitraire.

L'ammoniac des composés métalammoniques peut être remplacé par des bases organiques, par exemple par des amines grasses ou par la pyridine. Deux molécules d'ammoniac peuvent être substituées par des diamines, et surtout par l'éthylène-diamine, qui entre dans la composition d'un grand nombre de composés cobaltiques et chromiques, tels que les composés suivants, où l'abréviation *en* symbolise l'éthylènediamine $\text{C}_2\text{H}_4(\text{AzH}_2)_2$:

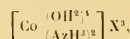


En outre, l'ammoniac peut être substitué équi-

moléculairement par l'eau, avec formation de composés mixtes contenant simultanément de l'ammoniac et de l'eau, coordonnés à l'atome métallique et formant avec lui un radical complexe dont il occupe le centre.

Ainsi, j'ai pu, dans la série du chrome, et par des méthodes qu'il serait trop long de décrire ici, substituer par des molécules d'eau jusqu'à quatre des six molécules d'ammoniac des composés lutéochromiques : $[\text{Cr}(\text{AzH}_3)_6]\text{X}^3$.

Les sels obtenus correspondent à la formule :



et l'eau y remplit le même rôle que l'ammoniac, car la perte d'eau entraîne, pour la fonction des radicaux négatifs, le même changement que la perte d'ammoniac. L'ammoniac des sels métalammoniques peut même être remplacé par l'eau jusqu'à substitution complète. Dans ce cas, les composés du chrome donnent des sels qui répondent à la formule : $[\text{Cr}(\text{OH})_6]\text{X}^3$.

Or, cette formule est précisément celle de sels de chrome hydratés, du chlorure et du bromure de chrome, par exemple : $[\text{Cr}(\text{OH})_6]\text{Cl}^3$ et $[\text{Cr}(\text{OH})_6]\text{Br}^3$.

La substitution de l'ammoniac par l'eau s'applique non seulement aux composés du chrome, mais à tous les sels métalammoniques, et cette grande analogie de formules entre les sels métalammoniques et les sels hydratés nous engage à admettre que leurs constitutions sont analogues. Les hydrates des sels peuvent être considérés comme des dérivés salins de radicaux complexes formés par combinaison d'un certain nombre de molécules d'eau avec les atomes métalliques.

J'irai plus loin en disant que les formules de constitution des sels métalammoniques, des sels complexes et des sels hydratés sont analogues.

Tels sont les points principaux de la théorie de coordination, qui nous permet de traiter à un point de vue général la constitution d'un grand nombre de corps inorganiques. Ces nouvelles formules de constitution, appelées formules de coordination, sont fondées sur des faits bien acquis, et les considérations théoriques qu'on est appelé à en déduire nous permettent d'élargir nos notions sur l'atomicité, parce qu'au principe des valences principales elles ajoutent celui des valences secondaires.

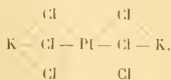
II. — ISOMÉRIE MINÉRALE.

§ 1. — Isométrie polymère.

Envisageons d'abord les phénomènes d'isométrie qui reposent sur le principe de la polymérisation.

La Chimie inorganique nous montre de nombreux corps polymères, fréquents surtout parmi les composés métalammoniques. Je me bornerai à

¹ Une hypothèse ayant une certaine analogie avec celle des valences secondaires a déjà été émise par Schützenberger sous le nom de *fractionnement possible des équivalents de combinaisons*. Pour Schützenberger, on pourrait représenter le chloroplatinate de potassium par

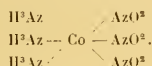


faire un bref exposé des cas de polymérie que nous présente la classe de ces derniers sels.

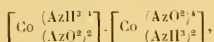
Le caractère spécial de ces corps polymères est qu'ils sont tous formés par l'union de radicaux complexes de composition différente, mais unis dans un tel rapport que la somme des atomes des éléments constituants est toujours un multiple d'une même formule fondamentale.

Le cas le mieux étudié de ce phénomène de polymérie est représenté par des composés du cobalt ayant tous pour formule : $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^3(\text{AzO}^2)^n]^m$.

Ainsi, le composé monomoléculaire, où $n=1$, nommé trinitrotriammincobalt, a pour formule de constitution :

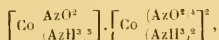


Deux composés bimoléculaires sont connus, savoir : $[\text{Co}(\text{AzH}^3)^6] [\text{Co}(\text{AzO}^2)^4]$, le cobaltinitrite de l'hexammincobalt, et



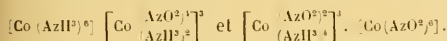
le tétranitrodiammincobaltate du dinitrotétrammincobalt.

Un seul composé trimoléculaire est connu jusqu'à présent : il correspond à la formule :

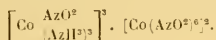


et doit être nommé : tétranitrodiammincobaltate de nitropentammincobalt.

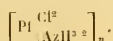
Ensuite, nous arrivons à deux composés tétramoléculaires : le tétranitrodiammincobaltate de l'hexammincobalt et le cobaltinitrite du dinitrotétrammincobalt :



Enfin, l'on connaît un composé pentamoléculaire, le cobaltinitrite du nitropentammincobalt :



La série des composés du platine bivalent présente un cas analogue de composés polymères :



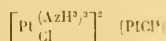
Ainsi, les sels du platosammonium et les sels du platosemidiammonium $\text{PtCl}^2(\text{AzH}^3)^2$ sont des composés monomoléculaires. Comme composés bimoléculaires, nous connaissons le sel vert de Magnus :



et un autre de la formule :

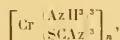


La formule :



représente le composé trimoléculaire.

Ces exemples de composés polymères peuvent être multipliés, et j'en ai préparé toute une série dérivée du chrome, dont les sels correspondent à la formule :



dans laquelle n peut varier de un à cinq.

Je ne m'arrêterai pas à ces corps, dont la structure moléculaire ne présentera plus aucune difficulté, si nous tenons compte de mes considérations sur les formules de coordination.

§ 2. — Isomérisie de coordination.

Un second genre d'isomérisie, que nous nommerons « isomérisie de coordination », se rencontre dans un grand nombre de composés métalammoniques. Les corps doués de ce genre d'isomérisie ont le même poids moléculaire, mais une structure moléculaire variable avec la répartition des groupes formant les radicaux complexes.

Ainsi, les sels du platine bivalent ont la propriété de se combiner avec quatre molécules d'ammoniac pour former des composés qui contiennent un radical basique bivalent, correspondant à la formule : $[\text{Pt}(\text{AzH}^3)^4]$.

De même, les sels de cuivre et les sels de zinc manifestent cette propriété et donnent les radicaux : $[\text{Cu}(\text{AzH}^3)^4]$ et $[\text{Zn}(\text{AzH}^3)^4]$.

En outre, les chlorures de ces métaux peuvent faire fonction d'anhydrides de chlorosels, c'est-à-dire se combiner avec d'autres chlorures métalliques pour former des dérivés salins des radicaux complexes suivants : $[\text{PtCl}^2]$, $[\text{CuCl}^2]$ et $[\text{ZnCl}^2]$.

Si nous combinons les radicaux basiques et acides, nous obtenons les composés :



et ainsi de suite.

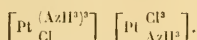
Le phénomène d'isomérisie que présentent ces composés a été nommé : isomérisie de coordination, parce que ces corps se distinguent par la façon dont les groupes AzH^3 et Cl sont coordonnés aux atomes métalliques formant le centre des radicaux complexes.

La même isomérisie de coordination existe aussi entre les corps suivants :



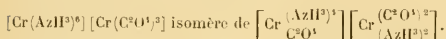
Mais l'isomérisie de coordination peut encore se présenter sous un aspect tout à fait différent. Prenons, par exemple : $[\text{Pt}(\text{AzH}^3)^4] [\text{PtCl}^2]$; si nous

échangeons un des groupes AzH^3 du radical basique contre un atome de chlore du radical acide, nous obtenons la formule :

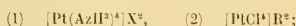


La composition restant la même, ces deux corps sont isomères.

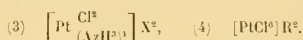
On connaît déjà toute une série de corps isomériques de ce genre, par exemple :



Enfin, une troisième forme, très intéressante, de l'isométrie de coordination se rencontre dans les cas où les métaux formant les centres des radicaux complexes montrent une atomocité variable. Ainsi, l'on connaît, comme nous venons de le voir, deux dérivés du platine bivalent qui sont :



De même, nous connaissons les deux dérivés du platine tétravalent :



Si nous combinons (1) avec (4) et (2) avec (3) nous obtenons les composés :



Ces deux corps sont également soumis au principe de l'isométrie de coordination.

§ 3. — Isométrie d'ionisation.

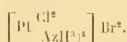
Après l'isométrie de coordination, vient un troisième genre d'isométrie, que nous nommerons « isométrie d'ionisation ».

Les corps qui présentent les caractères de cette isométrie ont la propriété de donner des ions différents, lorsqu'ils sont dissous dans l'eau.

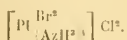
Prenons pour exemples les sels de la série platinique ayant pour formule générale :



Les 2 X unis directement au platine sont dissimulés, tandis que les 2 X placés en dehors de la parenthèse se montrent sensibles à leurs réactifs ordinaires. — Remplaçons les X complexes par Cl^3 et les X normaux par Br^2 , nous aurons :



Si, maintenant, nous remplaçons les premiers X par Br^2 et les seconds par Cl^3 nous obtiendrons :

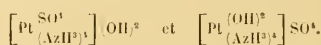


Ces deux corps présentent les phénomènes de

l'isométrie d'ionisation, car les solutions aqueuses du premier ne manifestent pas les réactions du chlore, pas plus que celles du second ne manifestent les réactions du brome.

De nombreux isomères d'ionisation ont été préparés déjà; j'en citerai deux très intéressants.

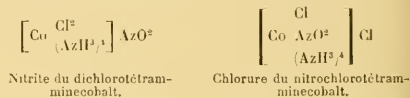
Les composés du premier cas répondent aux formules suivantes :



Le premier de ces corps est une base très forte, donnant une solution alcaline, dont les propriétés sont absolument analogues à celles de la soude ou de la potasse. Le second de ces corps est un sel neutre : sa solution aqueuse ne réagit pas sur le tournesol.

La solution du premier ne donne pas de précipité avec le chlorure de baryum, tandis que celle du second précipite instantanément.

Un autre cas, où l'isométrie se reconnaît au premier coup d'œil par la différence de couleur des composés, est représenté par les corps suivants :



Le premier est vert, le second est rouge brique.

§ 4. — Isométrie d'hydratation.

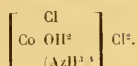
Passons au quatrième genre d'isométrie, que nous nommerons « isométrie d'hydratation ». Ce phénomène d'isométrie résulte des différentes manières dont certaines molécules d'eau sont combinées dans les radicaux complexes des sels hydratés.

Ainsi, le chlorure du dichloro-tétrammine-cobalt cristallise avec une molécule d'eau de cristallisation; il a pour formule :



C'est un sel vert, soluble dans l'eau en vert. Si nous chauffons cette dissolution, elle devient violette. Par cristallisation, elle abandonne des cristaux violets offrant la même composition que le sel vert qui a servi de point de départ.

Mais ces deux corps sont différents par leurs propriétés chimiques. Tandis que le composé primitif ne contient qu'un seul atome de chlore sensible à ses réactifs et deux atomes de chlore dissimulés, le nouveau corps violet ne contient qu'un atome de chlore dissimulé et deux atomes de chlore sensibles aux réactifs. Le composé violet correspond donc à la formule :



Il existe également une grande différence entre les fonctions de l'eau contenue dans ces deux sels. Tandis qu'on peut enlever une molécule d'eau au composé vert sans altérer ses propriétés chimiques, il n'en est pas de même du second, qui repasse au composé vert en perdant une molécule d'eau. La molécule d'eau dans les deux composés isomères est donc liée de manières différentes au radical complexe; c'est là le point caractéristique de l'isométrie d'hydratation.

D'autres cas d'isométrie d'hydratation ont été observés dans la série triammonique du cobalt. Avec un de mes collaborateurs, le Dr Grün, j'ai pu préparer dans cette série deux isomères possédant les constitutions suivantes :



De même, j'ai préparé avec un autre de mes élèves les deux composés suivants :

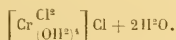


Cette isométrie d'hydratation n'est pas particulière aux composés métalammoniques; elle s'étend encore aux hydrates purs.

Ainsi, le chlorure de chrome hydraté, contenant six molécules d'eau, se présente sous deux formes isomériques, l'une verte, l'autre violette, toutes deux solubles dans l'eau.

La conductibilité de la solution de l'hydrate violet montre que les trois atomes de chlore sont ionisés, ce qui conduit à la formule : $[\text{Cr}(\text{OH}^2)^6] \text{Cl}^3$.

La solution de l'hydrate vert ne contient qu'un seul atome de chlore à l'état d'ion. Les deux autres sont dissimulés. Ce que nous représentons par la formule :



Ainsi, l'eau des composés hydratés possède une fonction chimique particulière et il sera important par la suite de définir cette fonction dans les différents sels hydratés.

§ 5. — Isométrie saline.

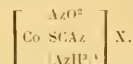
Nous arrivons au cinquième genre d'isométrie auquel nous donnerons le nom : isométrie des sels.

Cette isométrie se rencontre chez les composés salins des acides à fonction tautomère. Nous développerons le principe de cette isométrie en nous basant sur quelques exemples pris parmi les dérivés de l'acide sulfo-cyanique. Cet acide est un

corps à fonction tautomère, car ses dérivés se présentent sous deux formes isomériques qui se rattachent à l'une des deux formules suivantes : $\text{S} : \text{C} : \text{AzH}$ et $\text{H.S.C} : \text{Az}$. Ainsi, les dérivés où l'hydrogène est remplacé par un radical alcoolique sont : les sénévoles $\text{S} : \text{C} : \text{Az}$. $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ et les éthers véritables $\text{C}_n\text{H}_{2n+1} \text{S.C} : \text{Az}$.

Or, l'hydrogène de l'acide sulfo-cyanique peut être remplacé par un atome métallique. Si le sel formé, dissous dans l'eau, se dissocie électrolytiquement, on ne pourra guère espérer obtenir les formes salines isomères qui répondent aux deux formules : $\text{S} : \text{C} : \text{Az.Me}$ et $\text{Me.S.C} : \text{Az}$.

Mais, si le sel formé ne se dissocie pas, on pourra extraire les isomères. En effet, j'ai pu démontrer leur existence dans deux cas différents. Le premier cas nous est offert par une série de composés de formule :



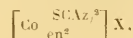
Cette série existe sous deux formes bien distinctes. Par oxydation au moyen de l'eau de chlore, on a pu déterminer la constitution. Dans les composés de l'une des formes, le groupe sulfo-cyanique est complètement éliminé par l'oxydation :



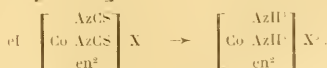
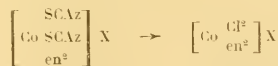
Ici le groupe sulfo-cyanogène est uni au cobalt par le soufre. Si on oxyde les corps de la seconde forme par le chlore, l'azote du radical sulfo-cyanogène reste uni au cobalt à l'état d'ammoniaque :



Ces mêmes différences ont été constatées pour deux séries isomériques de formule :



qui, par oxydation, donnent :

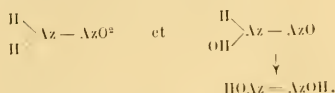


D'après M. Hantzsch, le cyanurate de mercure présente le même genre d'isométrie.

§ 6. — Isométrie de structure.

L'isométrie la moins fréquente dans la Chimie inorganique est certainement l'isométrie de struc-

ture des corps organiques. Nous connaissons pourtant deux exemples qui en présentent bien les caractères; ce sont : la nitramide et la nitrosyldroxylamine, qui ont pour formules :



Ces formules de structure, quoique contestées encore par M. Hantzsch, qui leur préfère une explication stéréochimique, ont l'avantage de mieux expliquer les faits.

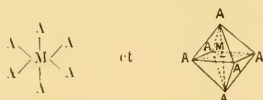
§ 7. — Isomérisie stéréochimique.

Passons maintenant au dernier genre d'isomérisie, très fréquent chez les corps inorganiques, et que nous nommerons « isomérisie stéréochimique », ou isomérisie dans l'espace.

Cette isomérisie est surtout particulière à deux groupes de composés, que nous pourrions appeler hexacoordonnés et tétracoordonnés, c'est-à-dire tels que le nombre des groupes accolés à l'atome métallique central soit de six dans le premier cas, et de quatre dans le second : $[\text{MA}^6]$ et $[\text{MA}^4]$.

Étudions en premier lieu des corps renfermant le complexe : $[\text{MA}^6]$. Les six groupes A se trouvent-ils dans un même plan avec M? Ont-ils, au contraire, dans l'espace une disposition spéciale, dont la plus symétrique est l'arrangement octaédrique?

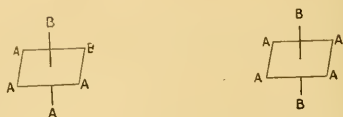
Suivant l'une ou l'autre hypothèse, nous adopterons les deux schémas suivants :



Et la valeur de ces schémas sera en raison directe du nombre d'isomères qu'ils nous permettront d'expliquer. Si nous substituons une partie des A par d'autres groupes, nous pourrions en tirer les conséquences que je vais développer.

Comme point de départ, remplaçons un des groupes A par un autre groupe que nous nommerons B. Dans ce cas, aucune des deux formules ne nous permettra de prévoir des isomères. Il n'en est plus de même si nous remplaçons deux groupes A par deux groupes B. En ce cas, la formule plane laisse prévoir trois isomères correspondant aux trois isomères de position des dérivés bisubstitués du benzène; la formule octaédrique n'en laisse prévoir que deux.

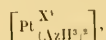
Pour l'un des isomères, les deux groupes B seront reliés par une des arêtes de l'octaèdre, pour l'autre par un axe :



Jusqu'à présent, tous les résultats obtenus dans l'étude des composés en question s'accordent avec les conséquences de la formule octaédrique, mais non pas avec celles de la formule plane.

En effet, jusqu'ici on a pu démontrer l'existence de deux séries isomériques de composés à radical complexe MA^4B^2 dérivés du cobalt, du chrome ou du platine. Mais jamais on n'a pu obtenir trois séries d'isomères, ce qui nous porte à admettre que la disposition des six groupes est un arrangement dans l'espace qui correspond aux sommets d'un octaèdre, dont le centre est occupé par l'atome métallique.

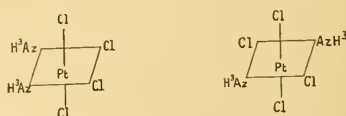
Passons en revue les isomères connus jusqu'à présent et prenons d'abord ceux des composés platiniques. Il existe deux séries de composés platiniques :



dans lesquels X peut être remplacé par le chlore, le brome ou d'autres radicaux simples ou composés. Citons, par exemple, les deux composés :



Développons cette formule, et nous aurons le choix entre deux dispositifs pour représenter les isomères platinianniques et platisenidiamminiques, connus depuis fort longtemps :

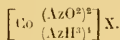


Ces sels se distinguent par une faible conductibilité électrique, à peine supérieure à celle de l'eau.

Par certaines considérations que nous ne développerons pas ici, on arrive à déterminer la formule stéréochimique qui revient aux composés platinianniques et celle des composés platisenidiamminiques. Les deux molécules d'ammoniac de ceux-ci occupent la position rapprochée (cis), tandis que dans la série platiniannique, elles sont en position éloignée (trans).

J'ai étudié à fond les séries isomériques du cobalt, et un de mes élèves, le Dr Pfeiffer, a découvert et étudié les isomères correspondants du chrome.

1. *Sels de cobalt*. — Parmi les cobaltamines pures, c'est-à-dire parmi celles qui ne contiennent que de l'ammoniac, il n'existe que deux exemples d'isomérisie stéréochimique. Ce sont les sels du dinitrotétramine-cobalt et les sels du disulfotétrotétramine-cobalt. Les sels du dinitrotétramine-cobalt répondent à la formule générale :



Ils existent sous deux formes isomériques bien distinctes par leur couleur, leur forme etc. : les sels crocéo et les sels flavocobaltiques.

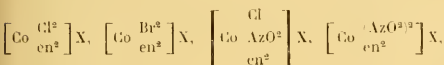
Les sels disulfotétrotétraminecobaltiques ont pour formule générale :



dans laquelle R représente un métal monovalent quelconque, potassium, sodium, lithium, ammonium, etc. Ces sels existent aussi sous deux formes différentes, parfaitement caractérisées par leurs propriétés physiques et chimiques.

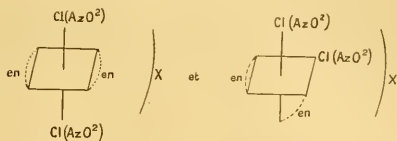
Mais les composés tétrammoniques du cobalt sont assez instables et ne nous permettent pas de pousser nos investigations assez loin. Aussi, pour avoir des molécules plus stables, et se prêtant mieux aux transformations multiples que nécessitent les recherches sur ce genre d'isomérisie, on s'est adressé à des composés dans lesquels l'ammoniac est remplacée par une amine; les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'éthylènediamine.

En effet, on a pu isoler les séries suivantes :



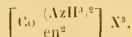
qui toutes présentent l'isomérisie envisagée. Les isomères de la première série ont été découverts et étudiés par Jørgensen; les sels des autres séries sont des résultats de mes travaux en collaboration avec mes élèves. On peut noter, en passant, que les isomères du premier type sont connus depuis longtemps: les uns sont verts et nommés sels praséocobaltiques, les autres sont violets et appelés violéocobaltiques.

Il nous est impossible d'entrer en détail sur les différences de propriétés chimiques des séries isomères; nous dirons seulement que, par certaines relations déduites du schéma octaédrique, on est conduit à admettre que les sels violéo et flavocobaltiques contiennent deux groupes acides en position rapprochée, tandis que, dans les sels praséo et crocéocobaltiques, ces groupes acides occupent une position éloignée. Leurs formules respectives sont ainsi :



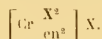
Sels praséo- et crocéo-cobaltiques. Sels violéo- et flavo-cobaltiques

Pour terminer ce qui a trait aux composés isomériques du cobalt, je mentionnerai enfin que nous venons de trouver une série de sels hexamminecobaltiques qui répondent à la formule :

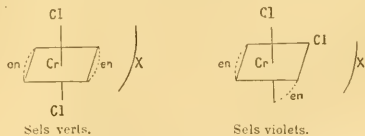


c'est-à-dire qu'ils appartiennent également au groupe des composés contenant un radical de la formule générale CoB^2A^1 . Ces composés se présentent aussi sous deux formes isomériques, très différentes par leurs solubilités. C'est le premier cas d'isomérisie stéréochimique constaté sur les composés hexamminecobaltiques.

2. *Sels de chrome*. — Les cas d'isomérisie observés parmi les composés chromiques sont limités au groupe des sels diacidodiéthylène-diamminechromiques :



Les X du radical complexe peuvent être remplacés par le chlore, le brome et le sulfoeyanogène, et les séries isomériques des composés dichloro- et dibromodiéthylènediamminechromiques se distinguent de la même manière que les composés cobaltiques, c'est-à-dire que les uns sont verts, les autres violets. Il est intéressant de constater que la détermination de leur formule de configuration nous permet aussi de démontrer qu'il faut attribuer aux sels violets la formule où les groupes acides sont reliés par une arête, tandis que les sels verts répondent à la formule reliant les groupes acides par un axe de l'octaèdre :



Sels verts.

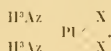
Sels violets.

Il existe donc une concordance parfaite entre les sels de cobalt et les sels de chrome.

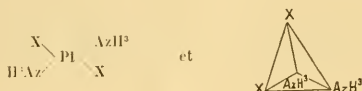
3. *Sels de platine*. — Passons enfin à l'isomérisie stéréochimique des composés ammoniques du platine bivalent $\text{X}^2\text{Pt}(\text{AzH}^1)^2$.

La plupart des composés peuvent être rangés dans deux séries isomériques, et l'étude détaillée de ces

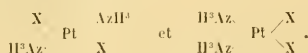
composés nous a montré que l'ammoniac et les deux groupes acides se trouvent directement liés au platine, suivant la formule :



Considérée au point de vue stéréochimique, cette formule peut être développée dans un plan ou dans l'espace, soit



La formule tétraédrique ne laissant pas prévoir d'isomères pour les composés $\text{X}^2\text{Pt}(\text{AzH}^3)_2$, il faut admettre la formule plane, qui permet de prévoir les deux séries isomères platosamminiques et platosemidiamminiques :



On connaît un grand nombre de ces corps, car l'ammoniac y peut être substitué par des amines, des phosphines, des sulfures et des séléniures organiques. C'est surtout à Clève et Blomstrand que nous devons l'étude détaillée de ces composés.

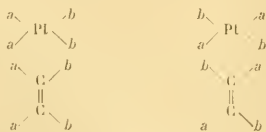
Les X des formules types peuvent être substitués par les radicaux acides les plus différents.

Je mentionnerai, par exemple, les composés dans lesquels l'un des X est remplacé par le chlore, l'autre par le radical de l'acide sulfureux, ce qui nous donnera :



Les groupes SO^3H ne se dissocient pas. Autrement dit, ces groupes sont insensibles aux réactifs spécifiques de l'acide sulfureux; mais ils se comportent comme ceux des acides sulfoniques, bien connus en Chimie organique.

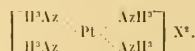
Je ferai observer encore que les formules stéréochimiques des composés platosamminiques et platosemidiamminiques se rapprochent des formules des composés stéréoisomériques de la série de l'éthylène :



Souvent, en effet, l'on constate que les différences entre les propriétés de ces composés isomériques du platine et du carbone sont du même ordre.

Aux phénomènes d'isomérisation dont nous venons

de parler, se rattachent encore ceux qu'on observe dans d'autres composés du platine bivalent, c'est-à-dire dans les sels platodiamminiques :

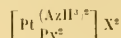


L'ammoniac de ces composés peut être partiellement substitué par une amine organique, telle que la méthylamine, l'éthylamine, la pyridine, etc. Si, pour la configuration de la molécule des sels de platodiammine, nous admettons la formule plane, on pourra prévoir que, dans la substitution de deux molécules d'ammoniac à deux molécules d'ammoniac, deux cas peuvent se présenter :



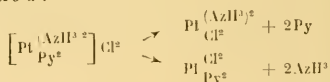
En effet, l'expérience montre qu'il existe deux séries isomériques, différentes par leurs solubilités et surtout par leurs réactions. Sous l'action des acides, tous les composés de l'une ont la propriété de perdre deux de leurs molécules d'ammoniac ou d'ammoniac, tandis que ceux de l'autre ne perdent qu'une molécule d'ammoniac et une molécule d'ammoniac.

Par exemple, soumettons les composés isomériques :

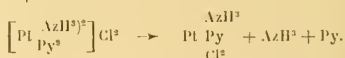


à l'action de l'acide chlorhydrique concentré bouillant; nous constaterons les transformations suivantes :

Isomère α :



Isomère β :



La détermination des formules de configuration des composés platosamminiques, platosemidiamminiques et platodiamminiques repose exclusivement sur ces réactions.

On connaît encore quelques phénomènes d'isomérisation minérales, mais leur étude n'est pas suffisamment approfondie pour nous permettre d'en donner une explication sérieuse; c'est le cas des sels érythro- et rhodochromiques, etc.

Le chapitre de la Chimie inorganique que nous venons d'exposer est en plein développement, et les résultats obtenus jusqu'ici nous laissent entrevoir la base d'une nouvelle théorie sur la constitution des composés inorganiques.

A. Werner,

Professeur à l'Université de Zurich.

L'OR DANS LE MONDE ET SON EXTRACTION

DEUXIÈME PARTIE : GÉOLOGIE ET EXTRACTION INDUSTRIELLE

Dans un premier article¹, nous avons étudié l'économie et la répartition de la production aurifère; nous allons maintenant envisager la géologie et l'extraction industrielle de l'or.

I. — GÉOLOGIE DE L'OR.

Il ne peut s'agir ici de donner, dans le cadre restreint de ce travail, une description générale, même très sommaire, des gisements aurifères, qui demanderait à elle seule tout un volume, mais seulement de résumer comment, dans nos idées nouvelles sur la métallogénie, se présente cette question de l'or, en insistant sur quelques points d'un intérêt plus marqué ou d'une plus grande actualité.

Quand on étudie ainsi la métallogénie d'un métal, on se propose, comme je l'ai fait souvent remarquer ailleurs, d'expliquer ses concentrations anormales, puisque ce sont les seules qui, industriellement, aient une valeur: le prix d'un métal étant en raison directe de sa rareté et, par suite, ses gisements utilisables impliquant une concentration d'autant plus avancée que le métal est plus commun; théoriquement, ces mêmes points de concentrations anormales doivent être aussi ceux où les phénomènes dont elles proviennent sont les mieux caractérisés.

Nous allons bientôt envisager le processus de cette concentration; mais, auparavant, il peut être bon, en nous reportant à l'étude statistique et économique précédente, de fixer un peu les idées sur l'intensité réelle de ces accumulations aurifères, auxquelles la valeur très grande du métal fait attribuer un prestige de fascination très exagéré.

Tout d'abord, si l'on examine des cartes où ont été figurés les divers gisements métallifères, le nombre des gisements d'or apparaît considérable. Il y a là une illusion, qui se présente pour la plupart des métaux, parce que, sur de semblables cartes, on a généralement noté jusqu'aux apparitions les plus pauvres et les moins utilisables des divers métaux, mais qui, pour l'or, est poussée plus loin encore que pour toute autre substance, en raison de l'intérêt extrême avec lequel l'or a été cherché partout et de la facilité avec laquelle il a pu être reconnu.

La vérité est que les gisements d'or d'une

sérieuse valeur sont, au contraire, fort rares, et cela apparaît déjà quand on se reporte aux chiffres de production globale qui ont été donnés plus haut. Nous avons vu, en effet, que, depuis l'antiquité jusqu'à 1906, on avait pu sortir de terre environ 17.500 tonnes d'or représentant 60 milliards².

C'est, en faisant le calcul d'après la production annuelle à raison de dix heures de travail par jour, à peu près le poids de produits ferrugineux (fer, fonte et acier) que le monde livre en une heure.

L'écorce terrestre superficielle contient, en moyenne, 4,70 % de fer; si l'on admettait (simplement pour fixer des ordres de grandeur) que les teneurs en or et en fer fussent proportionnelles à leur extraction annuelle, on arriverait, en comparant pour 1900 les 735 millions de tonnes de produits ferrugineux aux 392.000 kilogs d'or, à une teneur 187.500 fois plus faible pour l'or, soit 0.000.025 %, ou 1 : 4.000.000.

Cette pauvreté moyenne de nos terrains en or semble encore plus accusée si l'on remarque que les plus grosses productions ont été fournies par quelques zones extrêmement localisées.

Défalquons, par exemple, les 150 kilomètres de longueur des filons californiens, qui ont pu fournir 7 milliards, les 50 kilomètres de longueur du Witwatersrand qui en donneront peut-être 15, Kalgoorlie qui en donnera peut-être 2, le groupe de Bendigo à peu près autant, et quelques gîtes fameux dont on peut estimer la valeur moyenne à 1 milliard dans l'ordre d'approximation qui nous intéresse ici, comme le filon du Comstock, le district de Cripple Creek ou le Yukon; retranchons encore quelques gros tas d'or rencontrés en Colombie, au Brésil, en Guyane, à Homestake, au Dakota, en Hongrie, dans l'Oural, sur l'énisseï, la Lena ou l'Amour³, et ce qui subsistera pour tout le reste du globe sera bien peu de chose. On peut donc dire que l'or n'est arrivé à la superficie que dans des conditions très exceptionnelles: ce qui, d'après une loi développée ici même précédemment⁴, correspond à son poids atomique élevé et à la rareté de ses combinaisons chimiques.

Comment a dû se faire cet apport primitif de l'or

¹ Un calcul analogue donne, pour le stock de diamants, comptés en diamants bruts, à peu près 20 tonnes, représentant un prix brut de 3,5 milliards.

² Parmi les placers sibériens, on estime que ceux du Djilinda et du Djolon (Zéya, dans la province de l'Amour) ont donné chacun 100 millions.

³ *Revue gén. des Sciences* du 30 avril 1904.

⁴ *Revue gén. des Sciences* du 15 juin 1906, t. XVII, p. 501.

à origine profonde, c'est ce que nous allons d'abord examiner ; nous étudierons ensuite les procédés de concentration chimique ou mécanique qui ont ultérieurement transformé ces gîtes originels, à valeur le plus souvent faible, pour les enrichir. C'est là évidemment l'ordre logique pour exposer la métallogénie de l'or dans l'ordre même de sa formation ; mais c'est, d'autre part, ainsi que nous l'avons vu déjà, l'ordre inverse de celui que suit l'exploitation industrielle, puisque les gisements enrichis sont à peu près toujours le point de départ des recherches sur les gîtes les plus pauvres, et c'est également aborder le sujet théorique par son côté le plus mal connu pour n'arriver qu'en terminant aux gisements, dont l'interprétation est la mieux assise.

Les idées générales que je vais essayer d'exposer pour la métallogénie de l'or sont en partie nouvelles. Peu de sujets ont été, en effet, plus complètement renouvelés depuis un demi-siècle, et non pas seulement par le progrès naturel des connaissances géologiques, mais plus encore peut-être parce que chaque découverte d'un nouveau grand district aurifère est venue troubler les idées admises jusque-là, en apportant un type nouveau qu'il devenait nécessaire de faire entrer violemment, et par effraction, dans les théories précédemment admises. Bien qu'il y ait là une évolution tout à fait normale en industrie, puisque les formes déjà connues d'une substance, ayant déjà été explorées et exploitées, se prêtent malaisément à des découvertes retentissantes, le fait ne s'est nullement traduit avec la même intensité pour les autres métaux, tels que le plomb, le zinc, le cuivre, etc., à l'occasion desquels on a pu s'endormir pacifiquement sur un « siège déjà fait ». Au contraire, voyons ce qui s'est produit pour l'or. Avant 1847, on pouvait soutenir que tout l'or venait des terrains anciens. C'était l'époque où l'or arrivait de la Sibérie et de quelques gîtes européens. Sur quoi on trouve, en 1848, les gisements de Californie en filons tertiaires. L'or de l'Australie Orientale, trouvé en 1850, est également en filons. On ne voit donc plus, pendant longtemps, que grands filons de quartz aurifère, que fractures filoniennes bien nettes. Mais, en 1887, on découvre le Witwatersrand, et voici l'or dans le ciment d'un conglomérat primaire. Sur quoi les prospecteurs parcourent, non seulement l'Afrique du Sud, mais les autres continents, à la recherche des conglomérats. Et, maintenant, ce sont les tellurures, qui, à Cripple Creek au Colorado) comme à Kalgoorlie (en Australie occidentale), alimentent deux des principaux champs aurifères du monde... Ces transformations successives dans l'allure des grands gisements d'or, sur lesquels l'attention est violemment

attirée, sont faites pour nous inspirer beaucoup de réserve dans nos théories, et il faut bien avouer que, même aujourd'hui, même après tous les progrès réalisés depuis quelques années, nos connaissances sur la métallogénie de l'or ne sont pas encore complètement assises. Voici, cependant, comment il me semble que l'on peut présenter l'état de la question.

§ 1. — Gisements primitifs de l'or.

Dans notre théorie métallogénique, l'or s'est, comme tous les autres métaux, concentré d'abord par une action de métallogénie ignée exercée sur un magma éruptif avec intervention de fumerolles volatilissantes et d'eaux chaudes. Il convient donc d'examiner, avant tout, la relation du métal avec les roches ignées, le rôle des fumerolles, puis les associations minérales qui en résultent.

L'association de l'or avec une roche éruptive est souvent bien marquée ; mais cette association peut varier suivant les cas :

1^{re} Très souvent, l'or a dû se dégager en profondeur d'un magma à structure granitique dans des conditions qui le rapprochent du groupe stannifère (étain, bismuth, tungstène, etc.). (a) Il peut alors être directement en inclusion dans de telles roches, soit dans des granites, soit surtout dans des granites à mica blanc, soit encore (peut-être quand le magma granitique a absorbé et s'est assimilé des sédiments calcaires) dans des roches vertes, diorites, etc. (b) Il peut encore s'être isolé de ce granite à l'état de filons : filons analogues à ceux d'étain, c'est-à-dire appartenant au groupe des granites à mica blanc, pegmatites, ou, enfin, simplement quartzeux par élimination des éléments autres que la silice. La chalcoppyrite intervient fréquemment dans ces filons, et souvent aussi l'arsénite à l'état de mispickel. (c) Enfin, il semble bien qu'on doive rattacher à ce groupe toute la série de gisements, très importants en industrie, qui constituent, dans les terrains cristallins ayant pris, par des réactions métamorphiques profondes, l'allure de gneiss, mica-schistes, schistes amphiboliques, etc., des imprégnations, des lentilles, des fahlbandes, etc., à minéralisation de pyrite, mispickel ou chalcoppyrite aurifère. Dans ce cas, l'association avec le granite ne se manifeste pas, en général, explicitement ; mais la réaction de profondeur, qui a souvent introduit l'or dans les éléments mêmes du ciment métamorphique, est bien caractérisée, et cette réaction paraît souvent devoir être attribuée aux interventions de magmas ignés, dont le granite est un des termes caractéristiques et dont les autres formes plus basiques peuvent être beaucoup plutôt attribuables à des endomorphoses de roches encaissantes refondues qu'à des différenciations propre-

ment dites. Ces imprégnations aurifères dans les terrains métamorphiques sont extrêmement fréquentes en Sibérie (Léna et Zeïa, en Guyane, au Brésil, dans l'Afrique centrale, etc. Il est à noter que, dans ce groupe, l'or suit le même sort que le cuivre, avec lequel il avait pu déjà se rencontrer dans les filons du groupe à type stannifère (*b*), mais qui ici se sépare nettement de l'étain. Il est, d'ordinaire, associé au soufre et au sélénium (pyrites de fer, etc.), mais l'arsenic est également un élément fréquent (mispickel, etc.).

2° Des intrusions plus superficielles de magmas ignés, ayant pris la forme des granulites porphyroïdes, puis des microgranulites, peuvent être encore accompagnées d'or. C'est un type de gisements qui est souvent caractérisé par la présence de l'antimoine: métal assez analogue à l'étain par sa cristallisation en filons quartzeux inhomogènes du groupe pegmatoïde, fréquemment associés à de tels types de roches en dykes ou nappes d'intrusion, mais métal qui semble néanmoins s'être écarté plus loin des roches mères, ayant été maintenu plus facilement en dissolution. Nous aurons à citer des cas nombreux de stibines aurifères.

3° Il faut, sans doute, rattacher à un groupe analogue, avec un départ un peu plus avancé, toute la série de filons complexes du groupe plomb-argentifère, où l'or joue souvent un rôle notable, et particulièrement, ce semble, quand l'argent s'est en même temps développé. En dehors du soufre, qui est à peu près constant pour tous les minerais aurifères, l'apparition de l'or dans ce genre de gisements paraît être parfois reliée à la présence, soit de l'arsenic, soit du fluor, que nous allons voir bientôt prendre un caractère de plus en plus important dans les gîtes suivants.

4° Les filons auro-argentifères proprement dits constituent un groupe très connu, très fréquent et d'une grande importance industrielle. La plupart d'entre eux, sinon la totalité, semblent déjà en rapport avec les parties hautes des phénomènes éruptifs et se trouvent, par conséquent, de préférence avec les roches tertiaires, puisque celles-ci ont été, en principe, moins profondément découpées que les roches anciennes et nous montrent donc au jour leurs parties plus hautes. Ces filons, qui peuvent passer, soit au type précédent, soit au type suivant et qui se mêlant souvent avec des filons complexes ou avec des filons tellurés, apparaissent très fréquemment dans la ceinture volcanique de l'Océan Pacifique, en de nombreux points de l'Ouest américain ou du Mexique, en Transylvanie, etc. Beaucoup d'entre eux (Colorado, Nevada, etc.) sont en relation nette avec des foyers néo-volcaniques, c'est-à-dire avec des parties relativement hautes des intrusions éruptives.

5° Enfin, les fumerolles aurifères ont dû pouvoir se dégager jusqu'au voisinage de la surface, en connexion directe avec des phénomènes d'intrusion éruptive à caractère volcanique; car on rencontre l'or à l'état de filons très nombreux, très irréguliers, parfois de formes très bizarres, dans un certain nombre de centres volcaniques, qui paraissent avoir été à peine entamés par l'érosion et où l'on retrouve conservés, sinon les cratères eux-mêmes, du moins les cheminées ascensionnelles, les nappes d'épanchement éruptives: par conséquent, dans des conditions qui rappelleraient presque celles des gîtes mercuriels. L'or est alors associé avec des minéralisateurs actifs, dont le fluor est le principal; la fluorine est une gangue caractéristique de ce genre de filons, qui présentent souvent l'or combiné au tellure sous forme de tellurures d'or et d'argent, dans lesquels, par un rapprochement que je viens de faire prévoir, le mercure peut intervenir comme élément constituant. Tel est le cas de quelques très grands et très riches centres de production aurifère, comme Cripple Creek au Colorado, Kalgoorlie en Australie, la Transylvanie, etc.

Ainsi donc, nous venons de voir, par une évolution progressive, à mesure que nous envisageons des magmas ignés de plus en plus voisins de la surface, l'or entrer dans les divers groupes caractérisés par tel ou tel métal dont la prédominance correspond en principe à ces formes de roches plus ou moins profondes ou plus ou moins superficielles, c'est-à-dire cristallisées sous une pression plus ou moins accentuée: d'abord dans le groupe de l'étain (1°, *a, b*), puis dans celui du cuivre (1°, *b, c*) ou dans celui de l'antimoine (2°), dans celui du plomb argentifère et des B.P.G.¹ (3°) et même dans celui du mercure (5°).

Il semble donc que, lorsque le magma initial contenait de l'or en profondeur, cet or ait pu s'en dégager à des niveaux divers de l'ascension interne, en combinaison ou en association avec des minéralisateurs très divers, qui, ainsi que nous allons le voir, comprennent à peu près toute la série des métalloïdes, avec prédominance probable des chloro-fluorures, du soufre, du tellure, de l'arsenic et de l'antimoine.

Ailleurs, et de beaucoup le plus généralement, des roches tout à fait identiques à celles d'où paraissent dériver les gîtes aurifères ne contiennent aucune trace d'or. Il faut donc nécessairement faire intervenir (comme, à des degrés plus ou moins marqués, suivant leur rareté moyenne, pour tous les autres métaux) un phénomène original, relativement profond, qui, en tel ou tel point du globe, avait déjà concentré l'or dans les mag-

¹ Abréviation de biende, pyrite, galène.

mas ignés initiaux, et l'origine première de cet or me paraît, en raison de sa densité, devoir être cherchée dans ces zones internes de notre planète, avec lesquelles notre superficie n'a eu que de rares, accidentelles et éphémères communications par quelque bouffée ou fumerolle.

Voyons maintenant quelles sont, dans ces divers types de gisements, les associations de l'or, qui vont nous aider à comprendre les caractères de cette métallurgie naturelle.

Ces associations, ainsi que je viens de le montrer incidemment, varient suivant la nature des gisements où l'on exploite l'or. Les plus constantes sont celles qui rapprocheront de l'or : le quartz (sa gangue à peu près constante), la pyrite de fer, et l'on doit ajouter l'argent, auquel on songe moins, mais qui occupe généralement une place importante dans les impuretés de l'or natif.

Il faut, en effet, rappeler aussitôt que l'or natif et l'or obtenu par les divers procédés métallurgiques avant raffinage sont toujours impurs et diffèrent de l'or fin par la présence d'autres métaux, surtout d'argent, puis de cuivre, puis de fer, en proportion qui peut atteindre 36 à 38 % d'argent dans les électrums. Très habituellement, la teneur en or fin de l'or natif varie de 85 à 95 % ; elle atteint assez rarement 98 à 99, et la presque totalité du résidu est faite d'argent, avec du cuivre qui ne dépasse pas 0,40, du fer allant exceptionnellement à 3,75 et, dans quelques cas très rares, un peu de platine¹. En Californie, l'or en poudre fine est seulement à 850 ou 870 millièmes, les plus gros morceaux à 950. Au Klondyke, ce titre est particulièrement faible : en moyenne 850, et souvent à peine 700. La presque totalité des gisements d'or présente donc cette association de l'or et de l'argent, qui a surtout été remarquée dans le groupe des filons auro-argentifères à argent dominant².

¹ L'or de Mount Morgan, à 997 de fin et 3 millièmes de cuivre, est un produit tout à fait exceptionnel.

² Notons, à ce propos, l'idée récemment suggérée par l'étude du radium, d'après laquelle certaines associations fréquentes d'un métal rare à un métal commun (argent et plomb, or et argent, or et cuivre, etc.) seraient le produit d'une transmission spontanée et continue, opérée depuis les temps géologiques sur un élément d'abord unique. On s'est même demandé si la proportion de l'argent au plomb, dans un gisement, ne permettrait pas, dès lors, de calculer en années l'âge de celui-ci. Mais, en admettant même qu'il y ait quelque chose de vrai dans cette hypothèse, ses conclusions géologiques ne seraient pas exactes, et trop d'autres phénomènes indépendants beaucoup plus intimes masqueraient celui-là. Il suffit, en effet, de remarquer que l'abondance la plus grande de l'or et de l'argent se trouve précisément dans les filons particulièrement récents de l'Ouest américain, du Mexique, etc. ; en outre, que les associations des métaux précieux aux métaux communs ne sont nullement constantes ni en proportions définies. Il existe fréquemment de l'argent sans plomb, ne fût-ce que dans des filons d'or, et la relation proposée de l'or au cuivre est encore bien moins générale.

L'association de l'or avec la pyrite est tellement constante et tellement caractéristique qu'il suffit de la signaler sans y insister. Cette pyrite est rarement remplacée par de la pyrrotine¹, assez fréquemment associée à du mispickel et souvent accompagnée d'autres sulfures complexes, qui peuvent être eux-mêmes aurifères, en premier lieu de chalcoprytes.

Quand l'or est ainsi accompagné de pyrite, c'est dans les pyrites mêmes qu'il y a, d'ordinaire, lieu de chercher l'or. Par exemple, en Californie, les pyrites préparées mécaniquement arrivent à contenir 150 grammes d'or à la tonne et même parfois plus. L'or extrêmement fin² est disséminé dans cette pyrite sans qu'il semble y avoir combinaison, et, dans certains cas, on s'est demandé si la pyrite préexistante n'aurait pas joué le rôle d'un réactif précipitant sur des dissolutions aurifères ultérieurement mises en contact avec elle.

Enfin le quartz, malgré tous les efforts faits pour distinguer par des caractères généraux et constants un quartz aurifère d'un quartz stérile, peut avoir des aspects très divers, auxquels la dissémination des sulfures métalliques prête seule quelque chose de particulier : teinte grise en profondeur, cavités bulbeuses plus ou moins rouillées par de l'oxyde de fer aux affleurements. Les inclusions liquides, abondantes dans le quartz aurifère comme dans le quartz stannifère ou, plus généralement, dans le quartz des filons pegmatitiques, forment souvent des files qui passent d'un individu cristallin à l'autre sans s'interrompre.

A ces associations presque constantes de l'or, il faut ajouter celles, variables suivant la nature des gisements, qui ont un caractère plus accidentel.

L'or dans les roches (1^a, a et l'or en filons de granulite ou directement dérivés des granulites (1^a, b) se trouvent dans des conditions qui rappellent, comme je l'ai dit, le groupe stannifère. Il est donc tout naturel que l'on ait observé le passage des quartz aurifères aux apaites, pegmatites, etc., et reconnu dans ces quartz les minéraux ordinaires des granulites ou les métaux du groupe stannifère (étain, bismuth, molybdène, tungstène, etc.).

L'étain lui-même est associé à l'or avec de la tourmaline dans les Appalaches sud ; dans la région de l'Onon, en Transbaikalie, gîtes d'or et gîtes d'étain s'associent ; il en était de même pour les anciens gisements d'or de notre Plateau central, et nombreux sont les cas où l'or d'alluvions est mêlé à de la cassitérite. Le bismuth existe avec l'or à Falun (Suède), à Bommelø (Norvège), en Bolivie (région également caractérisée par le rapproche-

¹ Charters Towers au Queensland. Passagem au Brésil.

² On a reconnu dans le quartz aurifère des particules d'or n'ayant que un 480^e de millimètre.

ment du cuivre, de l'étain et de l'argent avec l'or¹, à Passagem au Brésil, à Dahlongea en Géorgie, à Glynn (Lydenburg)², etc. On peut avoir alors la combinaison du bismuth au sélénium Falun ou au tellure (Dahlongea). Le molybdène se présente avec de l'or et du mispickel en Californie, dans les Tauern, à Masinga (Mozambique), à Remolinos (Chili).

Le mispickel, qui est un élément si normal des filons stannifères, se retrouve aussi très abondant dans une foule de gîtes aurifères : Tscheljabinsk (Oural); Kotschkar (Sibérie); la Californie; Passagem et Pary (Brésil); Santa Cruz (Honduras); le Matabele en Rhodesia; la province de Victoria en Australie, etc.

Comme minéraux, il y a lieu de signaler l'association fréquente avec l'or de la tourmaline, minéral boraté, dont on connaît assez les relations habituelles d'origine avec les granites à mica blanc.

Cette association est très caractéristique à Passagem (Brésil), où le mispickel aurifère a une gangue de tourmaline, avec bismuth, pyrrhotine et galène. On l'a retrouvée récemment à Madagascar (Beforona). Mais elle est surtout fréquente dans les filons de notre groupe (1^o, b), où domine le cuivre (associé lui-même fréquemment à l'étain, comme on le sait, dans les dépôts de roches acides, aussi bien au Cornwall qu'en Bolivie et au Yunnan).

Tels sont les gisements de Svartdal en Telemark, de Berezowsk dans l'Oural, où se présente, en outre, une association assez rare de l'or avec le chrome³, de Meadow Lake en Californie, de Remolinos, de Guanaco et Andacollo au Chili, etc.

Indépendamment de la tourmaline, les chalcopyrithes aurifères sont une des formes les plus fréquentes de minerais d'or (Malmani et Lydenburg au Transvaal, Kansanshi en Rhodesia, Namaqualand, Remolinos au Chili, Boundary en Colombie britannique et côte de Vancouver).

Dans le groupe (1^o, c) des imprégnations sulfurées aurifères en terrains métamorphiques, nous retrouvons l'or habituellement associé avec pyrite de fer, mispickel, chalcopyrithes et, accessoirement, pyrrhotine : aussi bien dans les Alpes que dans l'Afrique centrale ou le Brésil.

Souvent, dans ces gisements comme dans les filons précédents, apparaissent, avec ces sulfures dominants de fer et de cuivre, quelques autres sulfures accessoires de plomb, zinc, cobalt, pouvant eux aussi contenir un peu d'or, qui conduisent, par des transitions progressives, au groupe plom-

bo-argentifère, dont il sera question plus loin.

Les exemples de stibines aurifères 2^o passaient autrefois pour assez rares; ils se sont beaucoup multipliés dans ces derniers temps et ont souvent paru localement très riches en or avec une richesse irrégulière. On peut citer Gravelotte en Murchison Range, la mine Inez en Mashonaland, Armida dans la Nouvelle Galles du Sud, Majurka et Kremnitz en Hongrie, Krasnahora et Milesov en Bohême, Goldkronach dans le Fichtel Gebirge et, en France même, la mine de la Lucette dans la Mayenne, dont l'exploitation récemment commencée pour or après avoir été longtemps poursuivie pour antimoine) a paru donner de grandes promesses.

La même association de l'or et de l'antimoine, sous une forme un peu différente et cette fois avec intervention du cuivre, se retrouve dans les cuivres gris aurifères de la région d'Iluanhaca en Bolivie, et l'on verra bientôt des exemples de filons complexes plombo-argentifères avec or et antimoine.

Le type des filons plombo-argentifères (3^o) est, d'ordinaire, caractérisé par des groupements de sulfures complexes, dont nous aurions déjà pu citer des exemples dans nombre de gisements signalés précédemment. Ainsi les filons californiens peuvent, avec la pyrite aurifère, renfermer galène, blende, panabase et même cinabre.

A Ymir (Nelson) dans la Colombie britannique, comme à Leadville au Colorado, comme à Berezowsk dans l'Oural, déjà cité plus haut, on trouve la pyrite aurifère associée à la galène, parfois avec intervention de molybdène (Leadville), ailleurs de chrome (Berezowsk).

Nous allons, d'ailleurs, retrouver la galène dans le groupe plombo-argentifère dont il va être question; mais, auparavant, il faut encore citer l'association de l'or et du cobalt (cobaltines et smaltines aurifères du district de Middelburg au Transvaal).

Comme exemples de filons auro-argentifères (4^o), je citerai d'abord le fameux filon du Comstock en Nevada, dont les minerais, sous leur forme utilisée, étaient surtout des formes altérées argentifères, mais qui, en profondeur, contenait, avec pyrites et chalcopyrithes, galène, blende, etc.

A Custer County, dans le Colorado, apparaissent, en outre des mêmes sulfures, des tellurures, qui marquent le passage aux gisements du groupe suivant. Dans le groupe de Thames, en Nouvelle-Zélande, à ces mêmes sulfures complexes vient, d'autre part, s'ajouter la stibine.

En Europe, les mines fameuses de Schemnitz (Hongrie) et celles de la Transylvanie représentent des exemples également caractéristiques de cette forme de gisements. A Schemnitz, la stibine, la panabase, le cinabre et le spath fluor apparaissent accessoirement avec les pyrites aurifères accompa-

¹ Pour ces gisements sud-africains, voir L. DE LAUNAY : *Les richesses minérales de l'Afrique*, Paris, Béranger, 1903, où j'ai donné, p. 26, un résumé des associations de l'or en Afrique.

² On retrouve de même l'or avec crocoïse et galène en Rhodesia, dans le Manica (Penhalanga).

gnées de chalcopyrites, blendes et galènes qui forment le minéral dominant.

En Transylvanie, on a : tantôt les sulfures complexes, pyrite, blende, galène, mispickel, chalcopyrite, tétraédrite, etc., avec de l'or ; tantôt, en outre, des tellurures.

Enfin (5°), les tellurures d'or, avec association fréquente d'argent ou de mercure, qui semblaient autrefois une forme minéralogique assez rare, jouent aujourd'hui un rôle capital dans quelques-uns des plus grands gisements du monde, tels que Cripple Creek, au Colorado, Kalgoorlie, en Australie occidentale ; je viens déjà de citer à ce propos Custer County, au Colorado, et la Transylvanie. Ces tellurures présentent parfois, à Cripple Creek (Colorado), au mont Judith (Montana), une association très caractérisée de fluorine.

Le tellure associé à l'or n'est pas nécessairement un élément des zones superficielles et, par conséquent, des gisements récents. On voit le tellurure intervenir aussi dans certains gîtes anciens, cristallisés en profondeur sous forme d'imprégnation (1°, c) dans des terrains métamorphiques, alors avec les minerais ordinaires de ce groupe, chalcopyrite, mispickel, bismuth : par exemple, dans les gîtes des Appalaches regardés comme d'âge hercynien (Kings Mountain, N. C., et Dahlonega en Georgie, White Hall en Virginie, etc.). Certains filons anciens du Telemark renferment également, avec la chalcopyrite aurifère et la tourmaline, un peu de bismuth telluré. De même, à Bommelo, l'or est avec du tellurure de bismuth.

J'ai déjà fait remarquer que, dans ce groupe, on voyait apparaître le mercure, ainsi que l'on pouvait s'y attendre dans des cristallisations regardées par nous comme superficielles. A Kalgoorlie, on a surtout des sesquitellurures d'or, argent et mercure, appelés par M. Carnot coolgardite et kalgoorlite¹. L'association du mercure avec l'or se retrouve également en Californie, à Bendigo (Australie), et dans la République de l'Équateur.

Enfin, il y a lieu de signaler parfois la haute teneur en sélénium de certains filons aurifères : notamment ceux de Redjang Lebong, dans le sud de Sumatra, en relation avec des andésites. Les sélénures de bismuth de Falun font reconnaître les minerais d'or. On a, d'ailleurs, assez fréquemment du sélénium avec du mercure, sans que l'or intervienne (Clausthal, Utah).

En résumé, on est conduit à faire intervenir, dans la métallogénie de l'or, à peu près tous les métalloïdes auxquels nous attribuons un rôle de minéralisateurs.

C'est, d'abord, le groupe du chlore et du fluor.

L'intervention du fluor est souvent bien caractérisée par l'abondance de la fluorine, notamment dans les filons du groupe telluré (Cripple Creek, Kalgoorlie). Celle du chlore n'est jamais aussi bien définie en métallogénie, parce que le chlore, en précipitant son métal pour se combiner aux alcalis ou à la chaux, a dû former des sels solubles, qui ont été aussitôt éliminés. Mais elle est rendue très vraisemblable par le rôle du chlorure dans la chimie de l'or, par la solubilité spéciale du métal sous cette forme et par l'instabilité de ce chlorure, qui a dû contribuer à donner l'or finement pulvérisé de tant de gîtes divers.

L'association avec le groupe du soufre est non moins nette. La pyrite de fer est le compagnon constant de l'or, et j'ai, d'autre part, insisté sur les associations également fréquentes de l'or avec le tellure ou avec le sélénium.

Nous avons vu, de même, combien fréquemment l'or se trouve associé avec l'arsenic ou l'antimoine (mispickels et stibines).

Enfin, il ne serait pas impossible, quoique nous n'en ayons aucune preuve directe, que le carbone lui-même fût intervenu sous la forme de cyanures, et, tout au moins, nous voyons se manifester le bore, élément à certains égards homologue du carbone, par l'abondance très grande des tourmalines, minéraux boratés, sur laquelle j'ai insisté plus haut.

Si nous revenons, pour préciser, sur quelques-uns des gisements précédemment signalés, il est, je crois, inutile d'insister sur les catégories de gîtes très connus, pour lesquels il n'y a pas de discussion, comme les grands filons de quartz à pyrite aurifère ; j'insisterai seulement sur deux points : la relation avec les roches granitiques en profondeur, celle avec les éruptions volcaniques dans les gîtes plus superficiels et plus récents.

1. Relation de l'or avec les roches granitiques.

— Les gisements d'inclusion, où l'on peut être certain que l'or n'a pas été introduit ultérieurement dans la roche par une réaction secondaire, sont assez rares.

On a cité comme aurifères divers granites dans la Sonora mexicaine, dans la Cordillère côtière du Chili, dans les environs d'Ekaterinbourg (Oural). Mais on voit surtout, comme cela se produit pour l'étain, l'ors isoler de telles roches dans les pegmatites ou apaites, qui en dérivent, et, encore plus, dans des veines quartzieuses de ces pegmatites.

Les gisements d'Um-rus en Égypte et ceux de Mazoé en Rhodésie¹ semblent se rattacher à ce type, dont les exemples les plus souvent cités sont ceux du Telemark et de Berezowsk. Dans le Telemark, à

¹ Ann. des Mines, mai 1901, p. 530.

¹ L. DE LAUNAY : Richesses minérales de l'Afrique, p. 105 et 120.

Näsmark, les veines de quartz aurifère découpent en échelons un filon de granite, à l'intérieur duquel elles sont limitées. A Berezhowsk, il y a, dans certains filons de microgranite, qui recoupent eux-mêmes des schistes talqueux, de nombreuses veines très minces de quartz aurifère tenant des sulfures divers de cuivre, plomb, bismuth, avec de l'or, du chrome et de la tourmaline, et le massif granitique dont dérivent ces microgranites paraît lui-même aurifère.

En Transbaïkalie, dans le groupe de l'Onon, l'or paraît provenir d'aprites aurifères traversant le granite au milieu du Laurentien et sur lesquelles se trouvent aussi des gîtes d'étain¹.

Les filons de Tscheljabinsk forment de nombreuses veines quartzéuses dans le granite disloqué.

Les filons de Californie paraissent, eux aussi, en relation assez directe, quoique peut-être non immédiate, avec un granite récent, dont ils ont souvent suivi le contact dans les schistes.

Ceux de la colonie de Victoria ont été rattachés à des diorites, etc. De même, d'après M. Levat, les diorites à labrador de la Guyane, avec lesquelles certains placers sembleraient en relation, renferment souvent, dans leur masse, jusqu'à 5 % de pyrite de fer aurifère.

M. Bernard a considéré l'or très abondant de l'ancien Contestado franco-brésilien comme provenant de granulites pyriteuses avec quartz connexe, qui traversent des schistes métamorphiques et amphibolites. Dans un cas un peu différent et peut-être plus discutable, on a signalé encore la relation de l'or avec un autre groupe de roches un peu moins profondes.

En Espagne, dans la Sierra de Peñafior, on peut conclure des observations de M. Noguès qu'il y a eu, à l'époque tertiaire, des formations de contact analogues à celles du Banat, de Traverselle, etc., avec développement dans des calcaires de gangues silicatés et isolement de sulfo-arséniures de fer, cuivre et nickel accompagnés de magnétite : le tout ayant, par l'altération en terres rouges des diorites et amphibolites, donné des minerais d'or, qui contiennent quelques tellurures.

Enfin, il semble y avoir lieu de citer à ce propos la présence de l'or dans le ciment métamorphisant de certains gneiss, comme ceux de Madagascar, ciment auquel on peut attribuer une origine granulitique. L'introduction de l'or dans les terrains métamorphiques où nous l'observons paraît avoir été souvent connexe de ce métamorphisme même. C'est ainsi que l'or a dû pénétrer dans le ciment des gneiss, ou, ailleurs, se déposer en enduits sur

des talc-schistes, en lentilles pyriteuses à peu près interstratifiées dans des schistes amphiboliques ou micacés, etc. L'hypothèse correspond bien avec ce que l'on croit observer pour tant de régions métamorphiques (quel que soit d'ailleurs leur âge réel), où, comme en Scandinavie, au Canada, dans les Alpes, en Sibérie, etc., on trouve des imprégnations de pyrite aurifère disséminées, etc.

Peut-être les gisements si mystérieux du Witwatersrand sont-ils eux-mêmes un cas analogue d'imprégnation aurifère dans des bancs de conglomérat. D'autre part, une relation analogue à celle que nous venons de signaler jusqu'ici entre l'or et les magmas granitiques de profondeur semble ailleurs s'accuser entre le même métal et des formations rocheuses plus superficielles.

2. Relation de l'or avec les roches volcaniques.

— Quand on examine certaines régions de filons auro-argentifères de l'Ouest américain, comme le Comstock en Nevada, Custer County au Colorado, etc., ou la plupart des filons mexicains, on voit un rapport presque évident entre ces filons et les éruptions volcaniques, manifestées tout autour par des émissions ou des coulées de lave. Parfois, ce rapport affecte même des formes bien curieuses. Ainsi à Bassik (Custer County), M. Emmons a décrit une sorte de colonne métallisée elliptique de 8 à 20 mètres de diamètre sur plus de 400 mètres de profondeur, qui traverse des brèches andésitiques sans démarcation nette avec elles et dans laquelle des sulfures de plomb, zinc, antimoine et cuivre, cimentant les blocs, sont aurifères et argentifères. Ce phénomène curieux n'est pas sans analogie avec celui que l'on a rencontré à Cripple Creek, au Colorado, dans une région où les phénomènes volcaniques offrent un caractère encore plus superficiel¹. Il y a là, à la mine Portland, dans le basalte, une cheminée de 4 à 5 mètres de diamètre sur plus de 300 mètres de profondeur, où des tellurures aurifères incrustent des débris basaltiques².

En dehors de ce gisement spécial, il existe à Cripple Creek, qui est le centre le plus net de ces gisements d'or à relations volcaniques, de très nombreuses fissurations, souvent sans épontes bien définies et à digitations complexes, avec tellurures auro-argentifères, tels que la sylvanite, accessoirement de la pyrite (moins fréquente ici que dans la plupart des autres districts aurifères), un peu de galène, de blende et de stibine et une gangue de fluorine. L'or et l'argent semblent, en moyenne, par quantités égales. Les minerais sont disposés

¹ GLASSER : Les richesses minérales de la Sibérie. *Ann. des Mines*, juillet 1900; voir la carte, p. 32.

² ETIENNE A. RITTER : Le district aurifère de Cripple Creek. *Ann. des Mines*, avril 1903.

par colonnes dans les veines, dont les plus productives sont sur le pourtour du volcan, vers la limite de ses éruptions et du granite primaire.

Par un phénomène aisément explicable dans notre hypothèse, ces gisements, que nous considérons comme presque superficiels et d'origine volcanique, présentent, pour la plupart, leurs minerais dans de minces fissures analogues à celles qui caractérisent les gisements mercuriels et très différentes, au contraire, des cristallisations par grandes masses, que l'on trouve dans les filons plombeux plus profonds. Ces grandes fractures, dans leurs parties superficielles, ne se seraient sans doute pas prêtées à la cristallisation de tels éléments très solubles ou maintenus en dissolution par des agents très énergiques.

En Transylvanie et dans la plupart des autres gisements à minerais d'or tellurés, la relation avec les roches éruptives tertiaires est également manifeste. Il semble, cependant, falloir faire une exception pour un gisement de tellurures maintenant classique, celui de Kalgoorlie, où les gisements sont, sous leur forme profonde, des filons quartzeux de pyrite et tellurures d'or interstratifiés par zones dans les amphibolites.

§ 2. — Gisements de concentration secondaire.

La forme de gisements aurifères qu'il nous reste à étudier a joué, jusqu'ici, un rôle tout à fait prépondérant en industrie, et c'est très récemment qu'on a commencé à attaquer les gisements originels plus pauvres, dont l'exploitation constituera la principale ressource de l'avenir. L'or, qui est partout un des métaux les plus anciennement recherchés dans le monde entier, sinon le plus anciennement connu, est un de ceux dont les formes profondes ont le plus longtemps échappé aux recherches. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue les teneurs extraordinairement faibles, quelques grammes à la tonne, que présentent la majorité de ces gîtes aurifères. Si une concentration superficielle ne les avait pas enrichis localement et n'y avait pas mis l'or sous sa forme de métal natif qui attire aussitôt l'attention, ces roches, où seuls l'analyse chimique très soignée, l'examen microscopique très minutieux pouvaient signaler l'or, n'auraient eu aucune raison d'être remarquées. Il a fallu que les recherches aient été provoquées et localisées par la rencontre antérieure des placers ou des chapeaux de filons pour qu'on ait eu l'idée d'aller chercher l'or dans la plupart des gisements où nous l'exploitons aujourd'hui.

Le phénomène des concentrations aurifères dont nous avons à parler, paraît, en principe, partout où il a produit des gisements de quelque valeur, s'être opéré en plusieurs temps successifs, par l'interven-

tion de préparations mécaniques combinées avec des réactions chimiques, et c'est pourquoi des gisements secondaires d'une grande richesse peuvent provenir de gîtes primitifs très pauvres et industriellement inexploitable.

Au début, il a dû commencer par y avoir, sur les parties hautes de tous les gisements primitifs énumérés précédemment, quelle que fût d'ailleurs leur nature, une altération chimique propre à faciliter la destruction et la préparation mécanique dont nous parlerons bientôt.

Cette altération et ce remaniement consécutifs, qui se sont appliqués à de très nombreux filons, me paraissent avoir présenté surtout une importance pratique quand, au lieu de filons déjà distincts et présentant dans leur propre masse une zone naturellement disposée pour l'enrichissement, on avait de très nombreuses imprégnations disséminées dans les terrains métamorphiques, comme celles dont il a été question plus haut, c'est-à-dire quand l'érosion avait mis à nu des zones suffisamment profondes de l'écorce pour exposer à l'altération ces parties métamorphisées. Un tel phénomène est très habituellement réalisé pour les parties anciennement plissées de l'écorce terrestre. Les gneiss anciens offrent même, de ce chef, une extension assez grande pour que l'on ait pu croire longtemps à l'ancienneté de tous les gneiss. La mise à nu de tels terrains, là où ils avaient été pyritisés par de la pyrite aurifère, a provoqué, dès lors, le déplacement mécanique et chimique de l'or contenu; une partie de cet or a pu aller former directement des placers; une autre, descendant à l'état de dissolution suivant le plan même des filons ou dans des joints voisins, a produit des veines aurifères déjà enrichies, dont la destruction ultérieure a donc amené un enrichissement au second degré. Le caractère superficiel de semblables veines enrichies donne même à supposer que, dans certaines régions fortement érodées plus tard, où l'on a trouvé des placers aurifères, elles-mêmes avaient pu être complètement usées, usées jusqu'à la racine, en sorte que nous n'en observons plus trace, ou du moins que les gîtes de ce genre subsistants ne semblent pas proportionnés aux alluvions aurifères correspondantes.

Il est important de faire cette remarque; car ces veinules ou imprégnations pyriteuses de terrains métamorphiques, sans filons proprement dits, doivent jouer un rôle prépondérant dans un certain nombre de grands voussours anciens du globe, où l'abondance de l'or concentré secondairement par altération sur place ou par alluvion a fait concevoir l'espoir, probablement en grande partie illusoire, de rencontrer des gîtes primitifs eux-mêmes très développés.

Tel paraît être le cas sur presque toute la longueur du massif sibérien, dans le massif brésilien prolongé par les Guyanes, dans le massif de l'Afrique centrale, à Madagascar, dans le massif scandinave, etc. : toutes régions, où nous observons des plateaux très anciennement plissés, très longuement érodés ou altérés, avec des terrains de profondeur mis à nu. Dans les plus septentrionaux de ces massifs anciens, la concentration de l'or ne s'est guère faite que par la voie alluvionnaire : labourées par les passages glaciaires, les roches ne présentent guère, en effet, d'altération bien profonde. Dans la zone équatoriale, c'est, au contraire, l'altération sur place qui domine, avec ses résidus argileux et ferrugineux (terre rouge, cascajo, terre à ravets), dans lesquels s'est produit sur place un enrichissement chimique de l'or, parfois suivi ultérieurement d'un remaniement mécanique.

La « roche à ravets » de la Guyane contient assez souvent, outre l'or fin presque microscopique qui est l'élément principal, de grosses pépites et parfois des pépites recouvertes d'un enduit ferrugineux ou noirâtre, qui les ferait prendre pour des blocs d'oxyde de fer.

Dans l'ancien Contestado franco-brésilien, comme nous l'avons vu déjà, des terrains métamorphiques avec amphibolites dominantes sont traversés par des veines de granulite et de quartz connexe ayant renfermé de la pyrite de fer ; ces pyrites ont donné, aux affleurements, des oxydes de fer ou de manganèse avec or libre dans le terrain de décomposition.

Au Brésil, on trouve de même, dans la province de Minas, de grandes masses de minerai de fer oligiste ou itabirites, parfois exploitées pour or (à Gongo-Socco et Morro de Santa Anna). Là l'or imprègne, en outre, les joints des quartzites, les surfaces des schistes micacés et peut même se trouver dans de vrais filons quartzeux, où il a été, en même temps, isolé par l'altération et reprécipité à l'état natif.

J'ai surtout, dans ce qui précède, insisté sur l'altération des imprégnations pyriteuses disséminées et trop pauvres pour être par elles-mêmes exploitables, parce que c'est le cas le moins connu ; les altérations qui portent sur les filons proprement dits ont été beaucoup plus étudiées. Il suffira de rappeler les lois générales du phénomène chimique, qui s'appliquent d'ailleurs dans les deux cas.

Cet enrichissement, comme je l'ai expliqué ailleurs¹, consiste : en partie, dans une dissolution des sulfures associés à l'or, ce qui produit un enrichissement relatif ; en partie aussi dans une disso-

lution de l'or à la faveur du sulfate de fer ; après quoi, cet or dissous descend le long du filon et va se reprécipiter plus bas par une sorte de cémentation sur la pyrite de fer, avec enrichissement absolu. Un tel phénomène de descente a pu se prolonger pendant des périodes géologiques entières, en concentrant finalement, sur une même zone profonde du filon, des quantités d'or empruntées à une hauteur de plus en plus grande de ce filon, à mesure que l'érosion le détruisait (en résumé à toute la hauteur du filon détruite depuis l'origine) : il a donc ainsi provoqué des accumulations de métaux précieux, qui constituent ce qu'on appelle la zone de la *bonanza*. La dissolution de l'or par les réactifs oxydants a dû, en principe, s'opérer au-dessus du niveau hydrostatique : niveau qui peut, d'ailleurs, être très complexe et qui comporte des réapparitions de parties oxydées au-dessous de parties intactes² ; mais, ainsi que les géologues américains MM. Weed, Emmons, etc., l'ont montré par de nombreuses et intéressantes observations, la reprécipitation de l'or, la cémentation, et, par conséquent, la bonanza ont pu descendre beaucoup au-dessous de ce niveau hydrostatique, du moment que la circulation de l'eau s'y continuait. Ces géologues ont également fait voir que d'autres sulfures métalliques, la galène par exemple, n'avaient pu suppléer la pyrite pour cette reprécipitation de l'or : en sorte que, dans les gîtes à galène sans pyrite, il n'y a pas de bonanza.

Toutes les fois qu'en s'enfonçant dans un filon aurifère on dépasse la zone transformée par altération où se trouvent les « jewelers shops » (étalages de joaillier) et les bonanzas, on rencontre en profondeur une zone plus pauvre, dans laquelle l'or, au lieu d'être libre, se présente engagé dans des combinaisons complexes.

Enfin, comme on le sait assez et comme je l'ai déjà rappelé à diverses reprises, l'altération chimique, qui constitue un premier enrichissement des gîtes aurifères, a été suivie par un remaniement mécanique, auquel sont dues les alluvions ou placers : remaniement qui, lui-même, a pu être repris à diverses reprises dans des époques géologiques successives, en déterminant une concentration de plus en plus forte sous la forme d'alluvions de plus en plus récentes.

Il est inutile d'insister sur les caractères bien

¹ Rev. générale des Sciences (15 mai 1900). — La Science géologique, Paris, Armand Colin, 1905, ch. x.

² Les failles jouent un très grand rôle dans ces introductions d'eaux superficielles. J'ai, à l'occasion d'un travail récent sur la métallurgie italienne (Congrès géologique du Mexique), analysé quelques cas de ce genre. Il faut également penser aux sources ascendantes ou thermales.

³ Je ne parle pas ici des mouvements du sol, dont j'ai depuis longtemps signalé le rôle probable dans certaines altérations qui descendent très bas et dont M. Weed a donné des exemples à Butte City (*Genesis of ore deposits*, 2^e édit., p. 497).

connus de ces placers, qui témoignent, en moyenne, d'un transport peu prononcé et qui sont, par conséquent, en relation assez directe avec les gîtes originaux. Je rappellerai seulement, parce que c'est un point discuté, que, vraisemblablement, la dissolution chimique est intervenue (toujours dans les mêmes conditions et à la faveur du sulfate de fer) pour amener la concentration de l'or dans les placers, en pépiles toujours plus volumineuses que les fragments du même métal contenus dans les filons.

On a fait également remarquer que la loi très habituelle, d'après laquelle l'or est concentré de préférence à la base des alluvions, sur le « bedrock », semble nécessiter un déplacement de l'or dans l'alluvion même, postérieurement à son dépôt : déplacement peut-être analogue à celui qui, dans un lavage de sables aurifères, fait bientôt descendre l'or plus dense à travers les stériles, jusqu'à la base de la cuvette où on lui imprime des secousses. Pour la même raison, l'or s'est souvent introduit dans les fissures mêmes du bedrock jusqu'à 0^m,50 de profondeur.

II. — EXTRACTION INDUSTRIELLE DE L'OR.

L'or ayant été rencontré dans la terre sous une des formes quelconques que nous venons de passer en revue, il s'agit de l'en retirer. Cette industrie comporte, comme pour un métal quelconque, trois parties tout à fait distinctes : 1° un travail de mine ou de carrière, une série d'opérations mécaniques, dans lesquelles on sort du sol et l'on trie les minerais ; 2° un broyage plus ou moins fin ; 3° une élaboration métallurgique (c'est-à-dire, en principe, une dissolution ou une fusion), destinée à extraire l'or de ces minerais. Mais l'or, par suite de la forme native sous laquelle il se présente fréquemment dans ses gisements naturels, offre cette particularité que l'opération mécanique d'extraction suffit souvent à elle seule, ou demande tout au plus à être complétée par une métallurgie très élémentaire, consistant dans une amalgamation et un raffinage. Cela était surtout vrai autrefois, alors qu'on s'attaquait aux placers ou aux formes altérées et superficielles des gisements, dans lesquelles domine l'or natif. Plus on va, plus le rôle de la métallurgie s'accroît et se développe, au contraire, dans la question de l'or : le premier travail d'extraction des minerais prenant de plus en plus, à mesure que l'exploitation des filons devient prédominante, le caractère d'un travail minier quelconque. Dans un avenir assez proche de nous, il est bien certain que, ces gisements superficiels étant épuisés, l'exploitation des minerais d'or perdra ce qu'elle peut encore présenter de particulier pour devenir un banal travail de

mine ; le traitement métallurgique seul restera spécial. Comme il ne s'agit naturellement pas ici d'expliquer l'exploitation des mines qui travaillent l'or en filons, c'est uniquement de ces particularités, relatives à l'extraction minière de l'or alluvionnaire, que je vais dire d'abord quelques mots dans le § 1 ; après quoi, je m'étendrai un peu plus longuement, dans les § 2 et 3, sur le broyage et le traitement métallurgique moderne de ses minerais.

§ 1. — Exploitation des alluvions aurifères. Sluices. Dragage. Méthode hydraulique. Cas des alluvions gelées.

Les alluvions aurifères, qui peuvent être géologiquement plus ou moins anciennes, sont, tantôt directement exposées au jour ou faciles à mettre à nu par l'enlèvement de couches stériles peu épaisses, tantôt enfouies profondément sous la plaine ou dans l'intérieur des coteaux, ou même recouvertes par des coulées de roches éruptives.

Dans le premier cas, qui s'est présenté d'abord pour toutes les alluvions modernes, par lesquelles a commencé la découverte des champs aurifères, l'exploitation est extrêmement simple. On abat et on retire les sables ou graviers aurifères ; on les désagrège au besoin ; puis, avec des engins plus ou moins perfectionnés, on opère le triage entre l'or plus dense et les sables ou argiles plus légers qui l'accompagnent, en mettant le tout en suspension dans l'eau et imprimant des secousses avec des mouvements giratoires, ou déterminant un courant. C'est le lavage à la batée, au pan, à la poruña des prospecteurs ; c'est le traitement un peu moins sommaire au cradle, au long tom ; c'est, dans les installations plus perfectionnées, le *sluice* ou la conduite de bois avec des obstacles pour retenir l'or, et c'était déjà, dans l'antiquité, la toison d'or des Argonautes. Souvent on profite, en même temps, de la facilité avec laquelle le mercure s'empare de l'or pour fixer ainsi et retenir les particules d'or très ténues, qui auraient pu se perdre (long tom à plaques amalgamées, sluices, etc.). Rarement, dans les contrées désertiques, on fait un vannage à sec en opérant le classement désiré par l'action du vent.

Le travail d'extraction et d'abatage des minerais aurifères ne présente, dans le cas simple où je me suis placé tout d'abord, rien de particulier. Il devient un peu plus compliqué et nécessite des installations plus spéciales quand les alluvions aurifères à extraire se trouvent, soit sous le lit d'une rivière actuelle (cas où l'on a pu employer des dragues), soit dans un flanc de coteau susceptible d'être démolé entièrement par la méthode hydraulique, soit enfin à une profondeur telle qu'il faut travailler par puits et galeries, avec des pro-

cédés un peu spéciaux pour les régions glacées comme la Sibérie et le Klondyke.

Le système des *dragues* et des *excavateurs*, c'est-à-dire des instruments d'extraction mécanique, qui s'introduit de plus en plus dans les travaux publics (ports, canaux, etc.), était assez naturellement indiqué pour les alluvions aurifères, où il présente cependant quelques difficultés spéciales par suite de la nature peu homogène des terrains à excaver, en raison aussi des conditions industrielles défavorables dans lesquelles se présentent la plupart de ces exploitations d'or alluvionnaire en des pays neufs où le moindre accroc devient difficile à réparer, enfin par la nécessité où l'on est de passer régulièrement aux dragues d'énormes cubes journaliers et, par conséquent, d'avoir un très vaste champ assuré si l'on veut travailler fructueusement. Les premiers résultats favorables dans l'emploi des dragues ont été obtenus en Nouvelle-Zélande et en Australie après 1889. Depuis ce moment, le procédé s'est généralisé et s'emploie maintenant même dans des placers arrosés par un simple ruisseau. M. Levat l'a introduit en Guyane et en Sibérie; il a été également appliqué en Californie, en Colombie britannique, dans l'Alaska, etc. Jusque-là, presque toutes les dragues étaient à vapeur : on a commencé récemment à employer aussi des dragues électriques. D'ordinaire, l'extraction de l'alluvion se fait par chaîne à godets. Puis ces alluvions passent, sur la drague même, dans un trommel déboureur destiné à opérer le classement des matières, qui vont ensuite à un sluice de 8 à 10 mètres de longueur; après quoi les résidus sont évacués par un élévateur placé en queue.

Les excavateurs commencent également à entrer dans la pratique, notamment au Klondyke.

La *méthode hydraulique*, employée pour la première fois en 1852 en Californie, consiste, comme on le sait, à démolir des collines entières, ayant jusqu'à 100 mètres de hauteur, au moyen d'une sorte de lance d'arrosage, « le géant », où l'eau est amenée sous forte pression; puis l'eau, entraînant les graviers, s'écoule par un tunnel partant du fond des terrains aurifères et y subit un classement. Les difficultés de la méthode consistent : d'abord dans le prix de l'installation (barrage de vallée pour l'établissement de réservoirs, conduite d'eau en flume, tunnel pour l'écoulement des eaux jusqu'à une vallée inférieure, etc.), et surtout dans l'évacuation des énormes quantités de déblais qui en résultent. Cette question des déblais a fait interdire presque complètement la méthode en Californie, en raison des dévastations causées dans de grandes régions agricoles; mais elle sert encore au Klondyke, au Cap Nome, en Nouvelle-Zélande. Quelques chiffres vont en faire connaître l'importance.

Pour les retenues d'eau, on a atteint une capacité de 20 à 30 millions de mètres cubes, avec une dépense de 1 à 2 millions. Pour les conduites, on a été jusqu'à 500 kilomètres de longueur et 10 millions; souvent on a dépassé 100 kilomètres et 2 millions. Les jets d'eau ont été poussés jusqu'au débit colossal de 150.000 mètres cubes par vingt-quatre heures, avec une vitesse de 50 mètres par seconde. Quant aux tunnels d'évacuation, plusieurs ont atteint 1 kilomètre et coûté plus de 700.000 francs. Le prix de revient, très faible, descend parfois à 0 fr. 10 ou 0 fr. 15 par mètre cube de gravier traité.

Enfin, l'exploitation souterraine par puits et galeries (*drift-mining*) a été, de 1855 à 1870, organisée en grand en Californie, où l'on a reconnu ainsi peu à peu tout un réseau souterrain de rivières aurifères pliocènes; un moment délaissée, elle a repris son importance depuis l'interdiction de la méthode hydraulique. Avec ce système, on ne peut pas descendre, dans des conditions moyennes, au-dessous de 6 fr. 80 (2 grammes) d'or fin par mètre cube.

L'exploitation souterraine prend un caractère spécial dans les régions profondément glacées comme la Transbaïkalie, le Klondyke, le Cap Nome. Les procédés ordinaires d'abatage au pic et aux explosifs ne produisent alors aucun effet, et l'on est obligé de travailler en dégelant au feu, malgré la localisation d'une telle action calorifique. En Sibérie, ce dégelage est resté très rudimentaire et s'opère seulement en brûlant des tas de bois; au Klondyke, on a employé des pointes, c'est-à-dire des tubes chauffés à la vapeur par l'intermédiaire d'un pulsomètre. La méthode hydraulique est paralysée dans ces pays du Youkon et de l'Alaska par la difficulté d'avoir de l'eau sous pression, et la cherté extraordinaire de la vie fait qu'on ne peut pas y travailler en grand par le dégelage à la vapeur à moins de 60 francs au mètre cube.

§ 2. — Désagréation et broyage des minerais. Batteries de pilons. Tube-mills.

Le traitement des minerais d'or comprend : d'abord, s'il y a lieu, leur désagréation, leur broyage en poudre plus ou moins fine; puis l'extraction de l'or par des procédés divers, dont les principaux sont l'amalgamation, la cyanuration et la chloruration. Ces opérations de métallurgie proprement dites, qui sont habituellement fondées sur la solubilité de l'or dans divers réactifs, seront étudiées plus loin; mais, auparavant, il faut mettre le minerai en état de les subir, c'est-à-dire le réduire en parcelles assez ténues pour que le dissolvant puisse agir sur lui.

La question du broyage commence déjà à se poser pour certains alluvions et graviers cimentés,

que l'on se contente parfois de laisser se désagréger à l'air et qu'ailleurs on passe à des concasseurs. Mais elle ne prend son véritable intérêt que pour les minerais de filons, où l'or est généralement engagé, comme nous l'avons vu, dans une gangue quartzeuse très dure. Peu importe, en principe, pour ce broyage, la nature du minerai aurifère; mais, en pratique, cette nature détermine le degré de finesse auquel il faut réduire le minerai: degré évidemment moins grand pour des minerais à or libre, sur lesquels on pourra faire agir directement le mercure au bas du pilon lui-même, ou pour des minerais complexes et réfractaires, qui devront être ensuite longuement élaborés. Dans tous les pays aurifères qui sortent de la phase héroïque du début pour prendre une allure véritablement industrielle, la nécessité s'impose de plus en plus d'extraire tout l'or contenu dans les minerais, de retirer par conséquent les 40 à 50 % de cet or que l'on commence souvent par perdre dans les résidus ou *tailings*; le résultat d'un tel progrès ne se chiffre pas, en effet, seulement par le rendement plus considérable des minerais traités, mais surtout par la possibilité de traiter, en outre, des masses de minerais pauvres, autrement sans valeur, et cette utilisation des *tailings* demande, d'ordinaire, un broyage très perfectionné, sur lequel, dans ces derniers temps, l'attention a été tout particulièrement attirée au Transvaal, en Australie, aux États-Unis, etc.

Le procédé de broyage classique et presque universellement adopté des quartz aurifères a jusqu'ici toujours été, pour commencer, « le pilon ou bocard », le *stamp mill* (moulin californien). Dans un très grand nombre de cas même, quand l'or est à l'état libre, ce pilonnage, qui se combine avec une amalgamation immédiate, a paru suffisant à lui seul et, même pour les minerais plus complexes, il demeure d'ordinaire la première opération, par laquelle on enlève aisément d'abord tout l'or amalgamable. Ces appareils sont décrits dans tous les livres; je me contente donc d'en rappeler le principe.

Le minerai, d'abord concassé à 40 millimètres dans un appareil à mâchoires Blake, ou un concasseur giratoire, réduit ensuite à 15 millimètres dans un concasseur Bartsch, passe alors sous les pilons, dont l'ensemble constitue une « batterie », et subit un broyage à l'eau avec amalgamation dans le mortier situé à la base de ces bocards, puis une amalgamation extérieure. L'or est retenu, dans les deux cas, sur des plaques de cuivre argenté et amalgamé. A intervalles réguliers, on nettoie l'amalgame et on le distille.

La tendance actuelle est d'employer des pilons lourds (400 à 350 kilogs) et de les faire battre

rapidement (90 à 96 coups par minute) avec une faible chute (0^m,15 à 0^m,20).

Quelquefois, depuis une dizaine d'années, on substitue aux broyeurs à pilons des broyeurs à boulets, également pour le broyage des minerais en gros fragments, et l'on emploie aussi parfois des cylindres, notamment à Cripple Creek ou en Australie. Un progrès important, que le développement de la cyanuration rendait nécessaire, a été réalisé depuis peu par l'addition, à ce premier appareil de broyage, d'un appareil finisseur, le *tube-mill*, destiné à réduire très notablement le grain des produits broyés, qui forment ce qu'on appelle la pulpe.

Les avantages du tube-mill sont de trois genres: 1° ce broyage complémentaire permet de restreindre le broyage aux pilons, d'en diminuer la durée et d'accroître la capacité de broyage d'une batterie déterminée; 2° le tube-mill, en rendant le broyage plus parfait, conduit à une extraction de l'or plus complète; 3° cette extraction est plus rapidement opérée dans la cyanuration. De ce côté, il y a donc à la fois un bénéfice net sur l'or produit et une diminution sur le prix de revient par l'utilisation meilleure d'une série donnée de cuves de cyanuration.

L'appareil qui produit ces résultats est un « tube broyeur », c'est-à-dire un broyeur cylindrique à boulets, un grand cylindre fermé, animé d'un mouvement de rotation autour de son axe horizontal et contenant des instruments de broyage mobiles (le plus souvent des galets de quartz, plus rarement des boulets d'acier), dans lequel on introduit à un bout des minerais destinés à être broyés finement, pour les recueillir à l'autre et les soumettre ensuite aux traitements de cyanuration.

Cet appareil est muni intérieurement d'un garnissage en silex très dur. Les dimensions habituelles au Transvaal sont 6^m60 de longueur sur 1^m30 de diamètre; la vitesse de rotation est d'environ 24 à 27 tours à la minute. Les minerais passent des pilons aux tube-mills, puis aux classeurs, puis aux appareils de cyanuration.

Les résultats obtenus en 1905 avec ces appareils ont été si encourageants qu'une soixantaine ont été immédiatement installés ou commandés sur le Witwatersrand. On estime, en effet, par ce moyen pouvoir augmenter de 2 à 3 % la proportion de l'or extrait.

Le tube-mill constitue un premier appareil de finissage, intermédiaire entre les pilons et la cyanuration. C'est à ce moment que vient également se placer le travail de préparation mécanique et de concentration, destiné à séparer, à classer les résidus du broyage et de l'amalgamation pour pouvoir les soumettre convenablement, soit à la chloration, soit à la cyanuration.

Quand le minerai broyé, la pulpe, a passé sur les tables d'amalgamation, qui font suite aux bocards, son traitement n'est pas terminé, même pour les minerais à or libre, ou « free milling ores ». Une partie de l'or en fines paillettes flottantes (floating gold) a été emportée par le courant d'eau; une autre est restée incorporée dans les résidus ou *tailings*, qui s'échappent de cet appareil. Il s'agit donc de récupérer le plus possible de cet or perdu.

Avec les minerais réfractaires, où l'or ne se présente pas à l'état amalgamable, soit par suite de sa combinaison au tellure, soit par son mélange à la pyrite de fer et aux divers sulfures dits sulphurets, soit par la présence de l'arsenic, de l'antimoine, du bismuth, du plomb, soit simplement parce qu'il est à l'état de combinaison mal définie en présence de la silice ou de l'oxyde de fer (Mount Morgan), le traitement de ces résidus par cyanuration ou chloruration devient encore plus indispensable et, de toutes façons, il y a donc lieu d'opérer leur classement méthodique, leur concentration. C'est ce qu'on fait par une série d'appareils, employés d'une façon générale à la préparation mécanique des minerais : tables à secousses latérales Rittinger; toiles sans fin caoutchoutées à secousses, ou frue vanners; tables Willey rigides et couvertes en linoléum avec une série de baguettes longitudinales d'inégale longueur et de hauteur variables, les riffles, entre lesquelles, dans un mouvement alternatif rapide, s'accumulent les parties lourdes métallifères, tandis que le stérile passe par-dessus; puis round-buddles et tables tournantes.

Les produits de ce travail sont les *concentrés*. Les résidus fins, qui échappent aux tables de concentration et qu'on arrive malaisément ensuite à décanter, puis à faire traverser par des liqueurs filtrantes, constituent les *slimes*, dont le traitement est souvent une très grande difficulté dans la métallurgie de l'or.

§ 3. — Métallurgie de l'or. Amalgamation. Chloruration. Cyanuration.

La métallurgie de l'or, contrairement à ce qui s'est passé jusqu'ici pour la plupart des autres métaux, n'est pas une métallurgie ignée, si ce n'est pour les minerais complexes cupro-aurifères, plombo-argentifères ou auro-argentifères, dans lesquels l'or est le sous-produit d'une extraction conduite d'abord en vue d'obtenir un autre métal. Elle consiste dans l'emploi de dissolvants, dont le premier en date a été le mercure, puis le chlore et enfin le cyanure de potassium. Inutile de revenir sur l'emploi du mercure; l'amalgamation se combine directement avec les procédés antérieurement indiqués, soit de simple lavage au sluice, soit de broyage

aux pilons, et son principe est, d'ailleurs, extrêmement simple. Mais un très grand nombre de minerais échappent, on le sait, à cette amalgamation et ce sont ces minerais réfractaires qui, en intervenant de plus en plus depuis 1890 dans la production aurifère, ont déterminé son essor si étonnant; ce sont eux également, comme je l'ai dit déjà, qui prendront, dans l'industrie aurifère future, une part de plus en plus exclusive. Le procédé de la chloruration a été employé en grand longtemps avant celui de la cyanuration; mais il tend à décroître, et c'est surtout cette dernière méthode qui, avec ses perfectionnements progressifs, dont quelques-uns tout récents, a amené une véritable révolution dans notre industrie.

Parmi les nombreux systèmes de *chloruration* essayés par Elsner, Plattner, Mears, etc., on a complètement abandonné tous ceux qui employaient un grillage chlorurant avec du sel marin, en raison des pertes en or qui en résultaient. La chloruration commence aujourd'hui toujours par un grillage oxydant et les minerais, pour lesquels un tel grillage est en tous cas nécessaire, même si l'on veut traiter ensuite par le cyanure, sont, en somme, les seuls pour lesquels ce procédé semble indiqué.

Quand on a broyé et grillé, il faut chlorurer, puis précipiter l'or en dissolution par un réducteur quelconque. Les procédés diffèrent, tant par le mode d'obtention du chlore que par le choix du réducteur. Dans le procédé Plattner, employé vers 1895 au Transvaal, on produisait le chlore par l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de bioxyde de manganèse et de sel marin et l'on précipitait par du sulfate de protoxyde de fer. Dans le procédé Newbery-Vautin, le plus en vogue actuellement (Mount Morgan, Cripple Creek, etc.), on obtient le chlore par l'action de l'acide sulfurique sur le chlorure de chaux et l'on précipite l'or, soit par un filtre en charbon de bois (Mount Morgan), soit par l'hydrogène sulfuré. Enfin, tout récemment, à Cripple Creek, on a commencé à produire le chlore d'une façon plus économique, par l'électrolyse du sel marin : méthode, qui, d'après M. Levat, donnerait un prix de revient de 34 centimes par kilogramme de chlore dégagé.

Pratiquement, à Mount Morgan (Queensland), où les minerais sont extraordinairement rebelles à l'amalgamation, on a obtenu de bons résultats en les grillant faiblement après les avoir passés aux cylindres broyeurs; puis on traite dans des barils tournants par le mélange acide sulfurique et chlorure de chaux et l'on réduit au charbon de bois.

À Cripple Creek (Colorado), les minerais oxydés, caractérisés par la présence du tellure, sont maintenant traités : environ pour les 3/6 par la chloruration, pour 2/6 par la cyanuration, pour 1/6 par

la fusion ; par exception, la chloruration tend à s'étendre. Le minerai destiné à la chloruration est broyé très fin aux cylindres, puis grillé dans des fours à rablage automatique passant de 60 à 100 tonnes par 24 heures, et ensuite traité dans les barils comme à Mount Morgan ; après quoi, on précipite par l'hydrogène sulfuré.

Le principe de la *cyanuration*, à laquelle nous arrivons enfin, est extrêmement simple : il consiste uniquement à employer la solubilité bien connue de l'or dans le cyanure de potassium, pour précipiter ensuite l'or par réduction ou électrolyse. Cependant, le brevet Mac Arthur et Forrest pour l'application de cette méthode date seulement de 1887, et les premiers résultats, sauf au Witwatersrand, parurent assez décourageants, en raison de difficultés pratiques très nombreuses dans l'application ; mais, au Witwatersrand, ils furent de suite tels que toutes les mines adoptèrent le procédé ¹, et, de là, il s'est répandu ensuite dans le monde entier ; ses progrès successifs l'ont amené peu à peu à une quasi-perfection.

Le succès de cette méthode dépend, à la fois, de la composition des matières traitées et de leur état physique, de leur capacité filtrante : chimiquement, il y a lieu de considérer : la présence de certains métaux comme le cuivre, qui paralyse l'opération ; puis l'acidité ou la quantité d'alcali nécessaire pour neutraliser l'acide sulfurique produit par la décomposition des pyrites. Les sulfates acides produisent, en effet, de l'acide cyanhydrique, donnant avec l'or un composé imprécipitable ensuite par le zinc. Pour certains minerais sulfurés, un grillage préalable est nécessaire. Physiquement, il est essentiel que les résidus à lixivier soient bien classés et, si leur compacité s'oppose au passage des liqueurs cyanurées, il faut les maintenir mécaniquement en suspension.

Dans la pratique actuelle du Transvaal, on se fonde sur ce que la finesse du grain augmente beaucoup le coefficient d'extraction de l'or et l'on cherche donc à obtenir, pour la cyanuration, les produits broyés aussi fins que possible (d'où l'emploi des tube-mills décrits plus haut). A cet effet, on commence par extraire le plus d'or possible par une amalgame succédant à un broyage aux pilons relativement grossier. Après quoi, on rebroie très fin au tube-mill et l'on cyanure. Les produits à cyanurer sont classés avec grand soin par grosseur pour traiter : d'un côté, rapidement, avec des solutions concentrées, les sables et, de l'autre, longuement, par des volumes énormes de solu-

tions très faibles, les parties fines ou slimes.

C'est là, remarquons-le, un changement notable avec la méthode usitée en 1895¹, où le traitement de ces slimes commençait à peine à intervenir et où, par conséquent, on cherchait à obtenir, par le broyage, le plus possible de tailings sableux, un peu plus fins que ceux qui vont au tube-mill aujourd'hui. La récupération de l'or contenu dans les slimes a permis d'élever de 80 à 92 % le coefficient d'extraction de l'or dans les minerais.

Pratiquement, les résidus sont remontés par de grandes roues à augets et traités par le cyanure dans des cuves en fer ou en bois.

Dans d'autres régions, comme en Australie Occidentale ou à Cripple Creek, on fait, avant tout, un grillage oxydant, qui pourrait peut-être être employé fructueusement d'une façon plus générale.

A Kalgoorlie, on a imaginé le procédé très spécial du *filtre-pressé*. Certains minerais réfractaires de cette région (Great Boulder) contiennent du gypse, de la magnésie et de la calcite, qui rendaient les anciens systèmes de traitement illusoire. Un essai pour agiter la pulpe à l'air comprimé dans les cuves de cyanuration ne donna pas de bon résultat. On inventa alors la méthode du *filtre-pressé* appliquée après concassage, broyage, grillage et première cyanuration dans des cuves munies d'agitateurs. La pulpe est comprimée en gâteau dans une presse contenant six tonnes de matière, de manière à extraire le plus possible des 55 % d'eau qu'elle contient. On y fait passer dix minutes de l'air comprimé pour oxygéner, puis vingt-cinq minutes une solution à 0,08 % de cyanure comprimée à 6 kilogrammes. On aère encore et on lave à l'eau pure.

A Cripple Creek, avec des minerais tellurés, le grillage préalable a pour but de diminuer le temps de contact avec le cyanure et les pertes de cyanure, en même temps qu'on augmente le coefficient d'extraction.

De toutes façons, quand on a la liqueur de cyanure aurifère, il reste à précipiter l'or, soit par le zinc (procédé Mac Arthur Forrest), soit par l'électricité (procédé Siemens et Halske).

Ajoutons seulement, pour terminer, quelques chiffres sur les prix de revient de ces divers procédés métallurgiques.

Dans une mine importante et largement ouverte, on peut traiter en moyenne des minerais à or libre à raison de 12 francs par tonne. Mais, bien souvent, le chiffre atteint le double : 25 francs dans certains moulins californiens, beaucoup plus encore dans des pays comme la Colombie. Tout à fait exceptionnellement, dans les exploitations géantes du

¹ On sait que la cyanuration, arrivée juste à propos au moment où les free milling ores commencent à manquer, a sauvé le Transvaal, où, sans elle, un très petit nombre de mines feraient des bénéfices.

¹ L. DE LAUNAY : *Les mines d'or du Transvaal*, 1896, p. 441.

Dakota, ou est descendu à 2 fr. 10 et même, à Treadwell (Alaska), à 1 fr. 12.

Avec la chloruration appliquée aux minerais tellurés de Cripple Creek, le prix de revient est d'environ 16 à 20 francs par tonne; à Mount Morgan, avec un traitement analogue, le prix est de 18 fr. 40.

Au Transvaal, avec la cyanuration, les frais d'exploitation et de traitement par tonne métrique (non compris l'amortissement des installations) variaient, en 1895, de 22 francs par tonne à 80 francs et étaient en moyenne de 32 à 35 francs. La conquête anglaise les a d'abord augmentés; mais les progrès industriels compensent peu à peu cet effet fâcheux. Sans faire une moyenne, qui porte sur des

éléments trop variables pour avoir une portée réelle, les frais d'exploitation (auxquels il conviendrait, pour avoir une appréciation exacte, d'ajouter l'impôt sur les bénéfices) sont, actuellement, dans d'assez nombreuses compagnies, de 24 à 31 francs (24 à la City and Suburban, 26 à la Robinson deep, 27 à la Crown deep, etc.), 30, 20 à la Henry Nourse, 30, 60 à la Ferreira, 37, 50 à la Wemmer).

Ces chiffres restent, d'ailleurs, très élevés par rapport à ceux d'autres régions, où l'on emploie également la cyanuration. Ainsi, à Homestake au Dakota, on ne dépasse pas 8 fr. 50 par tonne.

L. De Launay.

Professeur à l'École supérieure des Mines.

LE BILAN DE LA TUBERCULOSE AU CONGRÈS DE 1905

Quarante Rapports et plusieurs centaines de communications, le tout formant trois forts volumes, — tel est le bilan du Congrès international de la Tuberculose, tenu à Paris du 2 au 7 octobre 1905.

Il ne faut naturellement pas songer à analyser cette masse de documents d'une valeur très inégale. Un grand nombre de ces travaux offrent, d'ailleurs, un intérêt très spécial, strictement médical, voire clinique, et d'autres, non moins nombreux, se rapportent au côté social de la tuberculose, dont il a déjà été si souvent question ici même.

Laisant donc de côté ces deux ordres de faits, nous nous proposons, après les éliminations nécessaires, de retenir seulement ceux qui se rapportent aux questions que les études récentes de la tuberculose ont mises à l'ordre du jour, à savoir : 1^o la biologie du bacille de Koch et l'unité de la tuberculose; 2^o les voies de pénétration du bacille tuberculeux dans l'organisme; 3^o les procédés de diagnostic précoce de la tuberculose; 4^o la vaccination et la sérothérapie anti-tuberculeuses.

I. — LE BACILLE DE KOCH

ET L'UNITÉ DE LA TUBERCULOSE.

La question des relations entre la tuberculose de l'homme et celle des animaux s'est posée de bonne heure après la découverte du bacille de Koch. Les lésions dans lesquelles on le trouvait chez l'homme, chez les Bovidés, chez les Oiseaux et chez les animaux à sang froid, étaient tellement différentes d'aspect qu'on pouvait se demander si, malgré ses caractères morphologiques et tinctoriaux identiques, c'était bien le même bacille qui les provoquait. Et, de fait, dès 1890, Gibbes et Shurly ont émis cette opinion que, chez les diverses espèces animales, la tuberculose était provoquée par des

bacilles différents, assez voisins sans doute, mais non identiques. Plus tard, Koch lui-même finit par regarder les bacilles de la tuberculose des poules comme une espèce distincte des bacilles de la tuberculose humaine. Et l'on se rappelle la véritable émotion que provoqua sa communication au Congrès de Londres, en 1901, communication dans laquelle il soutenait que la tuberculose humaine et la tuberculose bovine n'étaient pas provoquées par le même bacille, et que le bacille bovin était inoffensif pour l'homme, de même que le bacille humain était incapable d'infecter, de tuberculiser les Bovidés.

On sait que ces idées ne furent pas acceptées sans discussion et, aujourd'hui encore, malgré les nombreux travaux qu'elles ont provoqués, l'accord est loin d'être fait. On s'en aperçoit facilement à la lecture des Rapports qui ont été présentés sur cette question, au Congrès de Paris, par M. Arloing (de Lyon), partisan de l'unité de la tuberculose, par M. Kossel (de Giessen) et par M. Ravenel (Etats-Unis), qui partagent *plutôt* les idées de Koch. Celles-ci étant bien connues, nous nous arrêterons d'avantage à l'argumentation de M. Arloing.

§ 1. — Tuberculose humaine.

Tuberculose cutanée, le plus souvent sous forme de lupus, tuberculose ganglionnaire et ostéo-articulaire, tuberculose pulmonaire, telles sont les principales manifestations du bacille de Koch, en rapport avec ses localisations, quand il s'implante dans l'organisme humain. La façon dont évoluent ces lésions et leur retentissement sur l'état général du malade varient avec cette localisation. La structure anatomique des organes envahis (peau, ganglions lymphatiques, articulations, poumon), ainsi que la réaction des tissus dont ils se composent,

expliquent en grande partie ces différences d'évolution. Mais n'est-il pas permis de penser que les propriétés individuelles, et surtout le degré de virulence des bacilles qu'on trouve dans chacune de ces localisations, jouent également un certain rôle ?

M. Arloing l'a toujours pensé et, dans son Rapport, il cite un certain nombre de faits et d'expériences, expériences le plus souvent personnelles, qui viennent à l'appui de cette conception.

On sait que le lapin et le cobaye ne sont pas au même degré sensibles au virus tuberculeux et que le second de ces animaux est plus facilement tuberculisable que le premier. Or, voici les faits qu'on constate quand on les inocule avec des produits tuberculeux ou des bacilles tuberculeux humains provenant de lésions spécifiques de la peau, des ganglions, des articulations ou des poumons.

L'inoculation sous-cutanée des cultures tuberculeuses tirées des poumons provoque une tuberculose généralisée chez le cobaye aussi bien que chez le lapin. Mais, si l'on opère avec des ganglions caséifiés ou avec des fongosités articulaires, on n'arrive généralement à infecter que le cobaye, tandis que le lapin résiste le plus souvent à cette inoculation. Enfin, le cobaye lui-même résiste ordinairement à l'inoculation de tissus lupiques.

A côté d'un virus tuberculeux actif, il y en a donc un autre moins actif, et les bacilles contenus dans les lésions tuberculeuses de la peau, des ganglions et des poumons ne présentent, par conséquent, pas la même virulence. On a bien dit, en face de ces expériences, que la bénignité relative des lésions scrofulo-tuberculeuses tenait à la rareté des bacilles dans ces lésions plutôt qu'à un affaiblissement de leurs propriétés pathogènes. Mais M. Arloing répond à cette objection que, si les bacilles sont rares dans ces tissus tuberculeux, ils se multiplient dans les lésions que leur inoculation provoque chez le cobaye, soit au premier, soit au deuxième degré, et pourtant, malgré cette multiplication, le virus conserve sa virulence initiale. En second lieu, un virus actif simplement dilué agit aussi bien sur le lapin que sur le cobaye, tandis que le même virus, atténué dans sa virulence par le chauffage, n'agit plus que sur le cobaye.

Au reste, même dans un groupe donné de lésions tuberculeuses, la virulence des bacilles est soumise à certaines variations. Au cours de ses recherches, M. Arloing a parfois rencontré, dans les fongosités articulaires, des bacilles qui avaient un pouvoir infectant analogue à ceux qu'on tire des poumons, c'est-à-dire capable de tuberculiser le lapin et le cobaye. Inversement, MM. Jules Courmont et Denis ont isolé, dans des poumons tuberculeux, des bacilles dont le pouvoir infectant ne dépassait pas celui des

bacilles tirés des fongosités articulaires et qui ne tuberculisaient pas le lapin. On sait également que la virulence d'un bacille à pouvoir infectant atténué peut être augmentée par des passages successifs à travers un organisme favorable. De même encore, en faisant vivre des bacilles tuberculeux virulents dans la profondeur du bouillon glycéro-sérum, M. Arloing a notablement modifié leurs caractères morphologiques et leur a fait perdre une grande partie de leurs propriétés pathogènes au point qu'en injection sous-cutanée ils ne tuberculisaient plus ni le cobaye ni le lapin.

De tous ces faits, qui montrent les variations de virulence que le bacille tuberculeux peut présenter chez l'homme, M. Arloing se croit autorisé à tirer la conclusion que *de la tuberculose humaine la plus atténuée, celle de certains lupus par exemple, à la tuberculose viscérale la plus active, il existe une gamme de virulence dont les termes sont en nombre indéfini.*

§ 2. — Tuberculose bovine.

Si on applique le critérium de l'infectiosité à l'étude des rapports entre la tuberculose humaine et la tuberculose bovine, on arrive également à la conclusion que, malgré les différences de virulence, les bacilles de ces deux tuberculoses appartiennent à la même espèce, modifiée par son évolution sur deux terrains différents.

Déjà en 1903, lorsqu'au Congrès de Bruxelles les idées de Koch furent discutées, on arriva à la conclusion que l'homme pouvait se tuberculiser par les produits de la tuberculose bovine. D'autres faits, de date plus récente, que M. Arloing cite dans son Rapport, sont venus confirmer cette opinion, en montrant qu'un échange de bacilles avec toutes ses conséquences peut se faire entre l'homme et les Bovidés.

C'est ainsi que la Commission royale anglaise a inoculé 200 Bovidés avec 20 cultures différentes d'origine humaine, tirées de crachats, de lésions ganglionnaires ou articulaires. De ces 20 cultures, 7 ont été assez virulentes pour donner au bœuf une tuberculose aiguë généralisée. Deux fois l'infection est restée localisée au point d'inoculation ; mais, après un nouveau passage par le bœuf et le cobaye, ces bacilles ont récupéré leur virulence et ont provoqué cinq fois une tuberculose généralisée chez le bœuf. Ajoutons qu'au point de vue microscopique et histologique, la Commission n'a pu établir aucune différence entre les deux tuberculoses.

De même encore, dans les expériences de Schweinitz, Marion-Dorset et Schroeder, on voit trois cultures de tuberculose humaine agir toutes les trois sur le veau et seulement deux d'entre elles sur le porc. Les mêmes expérimentateurs ont encore pu

constater que les singes sont au même degré sensibles à la tuberculose humaine et à la tuberculose bovine. Sans citer d'autres faits analogues, il nous suffira de dire que, d'après les évaluations de M. Arloing, la tuberculose humaine serait dans un tiers des cas d'origine bovine. Du reste, le rapporteur allemand, M. Kossel, admet aussi dans son Rapport que, malgré les différences qui existent entre ces deux tuberculoses, « la transmission des bacilles tuberculeux bovins à l'homme peut s'effectuer par les aliments provenant d'animaux tuberculeux, en première ligne par le lait de vaches atteintes de tuberculose mammaire ». C'est aussi l'opinion du rapporteur américain, M. Ravenel, qui, dans une de ses conclusions, déclare que « le bacille tuberculeux du type bovin est capable d'envahir l'organisme humain et d'y produire les lésions de la tuberculose ».

Ces faits expérimentaux, ainsi que la diminution de la tuberculose intestinale depuis l'emploi du lait stérilisé, permettent donc de dire que le bacille bovin et le bacille humain sont deux variétés d'une même espèce, et que, si l'homme n'a pas pour le premier la même réceptivité que pour le second, ses bacilles n'en sont pas moins capables de tuberculiser le bœuf, de même que les bacilles de celui-ci peuvent s'implanter chez l'homme et l'infecter.

§ 3. — Tuberculose aviaire.

Des faits analogues peuvent être invoqués contre l'opinion de ceux qui considèrent la tuberculose des Oiseaux comme absolument distincte de celle des Mammifères.

Il est parfaitement exact que le bacille de la tuberculose aviaire pousse facilement dans les milieux liquides, qu'il offre des particularités très nettes en ce qui concerne sa morphologie et ses réactions tinctoriales, que l'inoculation de ses cultures aux Mammifères ne donne pas toujours des résultats positifs et que les Oiseaux sont difficilement tuberculisables par les bacilles d'origine humaine ou bovine.

Cependant, la tuberculisations de la poule avec les cultures ou les produits tuberculeux d'origine humaine ou bovine a pu être réalisée bien des fois (Courmont et Dor, Cadiot, Gilbert et Roger, Lydia Rabinowitch). Inversement, avec des cultures aviaires, on a pu tuberculiser, par la voie veineuse et péritonéale, des lapins et des cobayes, et les résultats sont particulièrement nets quand ces animaux ont survécu assez longtemps à ces inoculations. En faisant vivre des bacilles de Mammifères pendant plusieurs mois dans le péritoine de la poule, où ils étaient introduits dans des sacs de collodion, Nocard a obtenu des cultures capables de tuberculiser d'emblée les Gallinacés. De même

encore, Behring a obtenu des cultures aviaires dont les plus virulentes tuberculisaient le lapin, le cobaye et même le bœuf.

M. Arloing cite dans son Rapport encore d'autres faits à l'appui de la parenté entre la tuberculose aviaire et la tuberculose des Mammifères.

C'est ainsi que, chez l'homme et chez le cheval, on a isolé des bacilles qui possédaient les caractères morphologiques et végétatifs des bacilles aviaires. La tuberculine préparée avec les bacilles aviaires provoque, chez les Mammifères tuberculeux, les mêmes réactions que la tuberculine ordinaire. Les bacilles aviaires semblent immuniser plus ou moins les Mammifères contre les bacilles humains. Et la conclusion qui se dégage de tous ces faits, c'est que le bacille aviaire n'est pas une espèce particulière, qu'il se relie, au contraire, au bacille des Mammifères, et que les caractères particuliers qui lui appartiennent en propre viennent de son adaptation à l'organisme des Oiseaux, dans lequel il vit.

§ 4. — Tuberculose des animaux à sang froid.

Chez le serpent et chez la carpe, on a trouvé, au milieu de lésions d'aspect particulier, des microbes qui, par leur morphologie, leurs cultures et leurs réactions colorantes, présentent de grandes analogies avec le bacille de Koch, tel qu'on le trouve chez les Mammifères. S'agissait-il là de bacilles d'une espèce différente ou bien d'une simple variété du bacille de Koch?

Des recherches faites dans cette direction ont montré que les bacilles de la carpe ou du serpent, inoculés à la grenouille, à la tortue, donnent souvent des résultats positifs. Inoculés dans le tissu conjonctif, ils n'infectent pas le cobaye; mais, si l'inoculation est faite dans le péritoine ou la chambre antérieure de l'œil, elle provoque chez cet animal des lésions tuberculeuses manifestes. Chez le poulet également, l'injection intra-péritonéale de bacilles pisciaires donne lieu à la formation, à la surface de l'intestin, d'un exsudat néo-membraneux avec nodules tuberculeux renfermant des bacilles en voie de dégénérescence. D'un autre côté, les bacilles des Mammifères qu'on fait vivre dans l'organisme des animaux à sang froid perdent peu à peu leur virulence.

On a encore constaté que le bacille pisciaire est agglutiné par le sérum d'un mammifère tuberculeux; qu'il donne une tuberculine analogue à la tuberculine ordinaire; qu'il abandonne à l'éther, au chloroforme, au toluène, à l'ammoniaque, les mêmes principes, quoique moins actifs, que ceux que l'on extrait du bacille humain. Et de ces faits encore on a tiré la conclusion que le bacille pisciaire, le bacille des animaux à sang froid, n'est

qu'une variété du bacille de Koch, lequel a été modifié dans ses caractères par son séjour dans l'organisme des animaux à sang froid.

§ 3. — Bacilles acidophiles.

Ainsi donc, quand on envisage, dans les diverses tuberculoses, la virulence et le pouvoir pathogène des bacilles qu'on y trouve, on voit que ceux-ci forment une sorte de gamme allant du bacille bovin, particulièrement actif, au bacille pisciaire, à peine virulent. Mais ce bacille pisciaire à virulence très atténuée ne constitue pas encore le dernier terme de la série bacillaire.

Depuis quelques années, l'attention a été attirée par un groupe de bacilles qui, morphologiquement, ressemblent au bacille de Koch et qui, comme celui-ci, présentent la même résistance à la décoloration par les acides, d'où le nom d'acido-résistants ou d'acidophiles qu'on leur a donné. On les a trouvés dans la terre, sur certaines Graminées, dans le fumier, dans le beurre et le lait, à la surface du tégument externe chez l'homme et les animaux. Leur culture est facile, mais leur inoculation donne le plus souvent des résultats négatifs ou provoque des lésions caséuses.

D'après ces caractères, les bacilles acidophiles se rapprochent donc des saprophytes, et l'on s'est demandé s'ils ne constituaient pas précisément une forme saprophyte du bacille de Koch. On a même supposé que, vivant à la surface de la terre et sur certaines Graminées comme la phléole, ces bacilles ne deviennent virulents qu'en passant par le tube digestif des Herbivores, qui les rejettent ensuite, à l'état pathogène, avec les matières fécales. Et l'on a formulé cette hypothèse qu'ils pouvaient être repris par les oiseaux ou les animaux à sang froid, de même qu'ils pouvaient parvenir dans l'organisme humain soit avec la poussière dans laquelle ils se trouvent, soit avec le lait des vaches tuberculeuses.

Mais, si séduisante que soit cette vue d'esprit, ce n'est toujours qu'une hypothèse qui attend encore d'être établie d'une façon solide.

II. — VOIES DE PÉNÉTRATION DU BACILLE TUBERCULEUX DANS L'ORGANISME HUMAIN.

Les notions générales de Microbiologie et de Pathologie permettent de comprendre comment le bacille tuberculeux peut pénétrer dans notre organisme. On conçoit, en effet, qu'à la faveur d'une solution de continuité de l'épithélium protecteur, il peut s'implanter dans la peau ou sur une muqueuse accessible, et y produire une série de lésions caractéristiques. On comprend encore qu'au lieu de rester localisé à ce premier foyer, il peut pénétrer dans la circulation générale, directement

ou par l'intermédiaire des voies lymphatiques, et s'arrêter dans un viscère, un os ou une articulation. Ces faits sont de connaissance classique et ne prêtent plus à la discussion.

Tout au contraire, une question qui paraissait également tout à fait acquise, la pathogénie de la tuberculose pulmonaire, a été remise en discussion.

§ 1. — Origine intestinale de la tuberculose pulmonaire expérimentale.

Jusqu'à ces temps derniers, on a vécu sur cette idée que la tuberculose pulmonaire était provoquée par la pénétration directe des poussières bacillifères dans les voies respiratoires. C'est de cette façon qu'on s'expliquait la fréquence excessive de la tuberculose des ganglions trachéo-bronchiques, en considérant celle-ci comme une adénopathie similaire, c'est-à-dire comme un retentissement, sur les ganglions régionaux, de l'infection localisée aux poumons. Quant aux cas relativement rares dans lesquels la tuberculose des ganglions bronchiques était constatée en dehors des lésions tuberculeuses des poumons, on attribuait cette tuberculose ganglionnaire à la faculté que posséderait le bacille de Koch de traverser l'épithélium alvéolaire sans laisser de traces de son passage.

Mais, en 1903, Behring vint dire que la tuberculose pulmonaire de l'adulte ne provenait pas de la pénétration des poussières bacillifères dans les voies respiratoires, mais résultait presque toujours d'une infection tuberculeuse de l'intestin survenue pendant l'enfance. Pendant de longues années, les bacilles qui auraient traversé l'épithélium intestinal sans laisser de traces de leur passage resteraient, à l'état latent, enfermés dans les ganglions lymphatiques annexés à l'intestin, et en sortiraient ensuite, dans certaines conditions, pour réaliser alors une infection de tel ou tel organe ou de l'organisme tout entier.

Cette opinion — qui était, au début, considérée comme une simple vue d'esprit, tellement elle allait à l'encontre des idées généralement admises — cette opinion de Behring ne tarda pas à être confirmée par les expériences de Weleminsky, de Bartel et Spieler, et surtout par celles que M. Vallée (d'Alfort) communiqua au dernier Congrès de la Tuberculose.

Les expériences de M. Vallée ont été faites sur des veaux indemnes de tuberculose, qui furent divisés en deux lots. Dans le premier, comprenant quatre veaux, les animaux furent soumis soit à des injections intra-trachéales, soit à des pulvérisations de cultures tuberculeuses, faites dans le naso-pharynx. Quand ils furent sacrifiés au 33^e, au 137^e, au 178^e et au 208^e jour après ces inoculations, on trouva chez ces animaux une tuberculose

des ganglions rétro-pharyngiens et, dans un cas, une tuberculose concomitante des ganglions trachéaux. Mais les poumons et les ganglions bronchiques étaient chez eux indemnes, et ne présentaient aucune lésion tuberculeuse.

Le second lot de veaux fut soumis pendant quelque temps à l'ingestion d'un lait bacillifère. Les quatre veaux furent ensuite sacrifiés successivement au 34^e, au 90^e, au 118^e et au 146^e jour, et chez tous les quatre on trouva des lésions tuberculeuses des ganglions bronchiques et médiastinaux.

Enfin, dans une troisième série d'expériences, deux veaux furent laparotomisés et inoculés, l'un dans la veine mésentérique, l'autre dans un ganglion mésentérique, avec 1 milligramme et demi de bacilles tuberculeux bovins. Chez le premier de ces animaux, qui succomba trente jours plus tard, on trouva une tuberculose aiguë du foie et des lésions très nettes des ganglions bronchiques. Le second, sacrifié au 49^e jour de l'expérience, présentait une hypertrophie des ganglions bronchiques dont la nature tuberculeuse a été établie par les résultats de leur inoculation au cobaye.

Ce qui ressort donc de ces expériences, c'est que les bacilles tuberculeux introduits dans l'intestin ou directement dans les ganglions mésentériques qui lui sont annexés, pénètrent dans les ganglions bronchiques situés dans la cage thoracique, tandis que l'introduction directe de ces bacilles dans les voies aériennes supérieures, par injection intratrachéale ou par pulvérisations dans le naso-pharynx, n'amène qu'une infection des ganglions régionaux, rétropharyngiens ou trachéaux, sans tuberculiser les poumons.

Les recherches de MM. Calmette et Guérin¹, faites sur des chevreaux et des chèvres, ont encore mieux mis en lumière le rôle de la voie intestinale dans la genèse de la tuberculose pulmonaire.

Il résulte, notamment, de ces expériences que l'ingestion d'une faible quantité de bacilles tuberculeux d'origine bovine provoque, chez les jeunes chevreaux, une tuberculisatation des ganglions mésentériques qui marche rapidement vers la caséification. Aussitôt que celle-ci commence à se produire, les lésions tuberculeuses apparaissent dans les poumons, puis dans les ganglions bronchiques. Mais, tandis que, chez les jeunes chevreaux, la tuberculose pulmonaire n'apparaît qu'après la destruction caséuse des ganglions mésentériques, chez les chèvres adultes, les ganglions mésentériques arrêtent à peine les bacilles tuberculeux introduits dans l'intestin. Il semble donc que ceux-ci, après avoir traversé la muqueuse intestinale

sans la léser, arrivent presque directement dans les poumons, dans lesquels ils provoquent les lésions classiques de la tuberculose. Cette différence s'explique, du reste, par la texture des ganglions lymphatiques de l'adulte, chez lequel ces ganglions, aux alvéoles plus lâches, ne constituent qu'un filtre imparfait, rempli de fissures par où les bacilles sont facilement entraînés vers le hile jusqu'aux canaux efférents et, de là, dans la circulation lymphatique générale.

L'infection tuberculeuse des poumons par les bacilles ayant pénétré dans l'intestin s'effectuerait, d'après MM. Calmette et Guérin, de la façon suivante :

Passant avec le chyle dans les chylifères de l'intestin, ces bacilles seraient à peine retenus chez l'adulte par les ganglions mésentériques qu'ils traverseraient sans encombre. Ils seraient charriés ensuite par la lymphe jusque dans le canal thoracique, puis dans la veine sous-clavière gauche, passeraient alors dans le cœur droit, qu'ils lanceraient par l'artère pulmonaire dans les capillaires du poumon. Là ils s'arrêteraient, car le réseau capillaire du poumon, enserré dans un lacis conjonctif extrêmement dense, les retiendrait à la façon d'un filtre.

Les choses se passeraient de la même façon chez les jeunes animaux, avec cette différence que les bacilles tuberculeux qui ont traversé l'intestin sans le léser ne pénétreraient dans la circulation lymphatique, et de là dans le sang, qu'après destruction des ganglions mésentériques qui, mieux que chez l'adulte, retiennent les bacilles tuberculeux.

§ 2. — Origine respiratoire de la tuberculose pulmonaire chez l'homme.

Cependant, ces faits d'ordre expérimental, qui conduisent à envisager sous un jour nouveau la pathogénie de la tuberculose pulmonaire, ne sont pas acceptés sans réserves par les cliniciens. Et, bien que cette question ne fût pas formellement discutée au Congrès, elle se trouve abordée, d'une façon indirecte, dans une communication de MM. Hutinel et Lereboullet, ainsi que dans le Rapport de M. Marfan.

C'est ainsi que, pour M. Hutinel, il ne faudrait pas trop se hâter de conclure de l'animal à l'homme. Il pense que, dans un grand nombre de cas, c'est au niveau du poumon même que se fait la lésion initiale. Ce qui le prouverait, c'est que, lorsqu'en présence d'une tuberculose des ganglions bronchiques en apparence primitive, on examine le poumon avec un soin suffisant, on trouve presque toujours, dans un point de cet organe, un foyer d'inoculation dont les caractères d'ancienneté

¹ Ces recherches, publiées dans les *Annales de l'Institut Pasteur* du 25 octobre 1903, ont paru peu de temps après la clôture du Congrès.

montrent qu'il a préexisté à la lésion des ganglions du médiastin. Presque toujours encore, la disposition topographique de ce foyer pulmonaire permet d'éliminer l'idée d'une infection du poulmon par les ganglions bronchiques primitivement tuberculisés, aussi bien que l'hypothèse d'une infection par la voie sanguine. M. Hutinel pense donc que, si la voie intestinale joue un rôle dans la pathogénie de la tuberculose pulmonaire chez l'homme, ce rôle n'est cependant pas prépondérant.

M. Marfan ne rejette pas non plus la possibilité pour le bacille tuberculeux de pénétrer dans les poulmons par la muqueuse des bronchioles, l'histoire de l'anthraxose démontrant que les poussières inhalées, et par conséquent les poussières bacillifères, peuvent pénétrer jusqu'aux dernières ramifications des voies respiratoires. Il estime, cependant, que, chez l'enfant du moins, ce mode d'infection est moins fréquent qu'on ne l'a pensé jusqu'à présent. D'un autre côté, l'infection par voie intestinale ne lui paraît possible que dans les cas où il y a ingestion massive et répétée de bacilles tuberculeux, condition qui se trouve rarement réalisée dans la vie. Il pense donc que, le plus souvent, les bacilles s'arrêtent dans quelque anfruosité ou lésion de la muqueuse buccale ou des amygdales et passent de là dans les ganglions cervicaux. S'ils franchissent cette première barrière, ils arrivent aux ganglions du médiastin, d'où ils peuvent, dans certaines conditions, gagner le canal thoracique, passer par la veine sous-clavière dans le cœur droit et arriver, par l'artère pulmonaire, aux capillaires des poulmons.

Comme on voit, la conception de M. Marfan se rapproche beaucoup de celle de MM. Calmette et Guérin, avec cette différence que, d'après M. Marfan, la porte d'entrée de l'infection tuberculeuse des poulmons serait, le plus souvent, non pas l'intestin, mais la cavité bucco-pharyngienne, c'est-à-dire la portion initiale du tube digestif.

III. — DIAGNOSTIC PRÉCOCE DE LA TUBERCULOSE PULMONAIRE.

La tuberculose étant curable lorsqu'elle est traitée dès son début, on comprend l'importance qu'offre son diagnostic précoce. Il peut se faire de deux façons: par les procédés strictement cliniques et par les procédés dits de laboratoire.

Nous n'avons pas à envisager ici les procédés purement cliniques, que M. Mariani (de Gênes) a étudiés dans un Rapport fort documenté. Nous nous en tiendrons donc aux procédés de laboratoire, auxquels M. Achard a consacré une grande partie de son Rapport; mais nous laisserons de côté ce qui a trait à la radiographie et aux injections de

tuberculine qui n'offrent aucun intérêt de nouveauté.

§ 1. — Echanges respiratoires; pneumographie; calorification.

M. Robin a constaté, en collaboration avec M. Biuet, que, chez les tuberculeux, dès le début de l'infection, et même pendant la période qu'on désigne en clinique sous le nom de pré-tuberculose, les *échanges respiratoires* sont augmentés. Cette augmentation, qui va de 25 à 80 %, a été constatée par M. Robin chez 92 % des phthisiques.

On conçoit l'importance de cette constatation, puisque la simple étude des échanges respiratoires permettrait de déceler la tuberculose dans les cas où celle-ci ne se manifeste encore par aucun signe clinique. Malheureusement, les faits énoncés par M. Robin n'ont pas été confirmés, et tout porte à croire que ces résultats tiennent à une technique défectueuse employée dans ses recherches.

MM. Charrin et Tissot, qui avaient repris cette question au double point de vue clinique et expérimental, ont, en effet, constaté que, chez les cobayes tuberculisés, les combustions intra-organiques conservent leur intensité normale à partir du moment de l'inoculation jusqu'au moment où les animaux commencent à maigrir. Les combustions respiratoires subissent ensuite une diminution progressive absolument parallèle à la diminution de poids des animaux, et cette diminution peut atteindre le quart de la valeur normale des coefficients respiratoires. Elle se produit même quand les animaux ont une température élevée.

Chez l'homme tuberculeux non plus, MM. Charrin et Tissot n'ont pu constater cette exagération des échanges respiratoires affirmée par M. Robin. En établissant la moyenne des poids et des coefficients pour les tuberculeux hommes et femmes, ils ont trouvé qu'un homme tuberculeux du poids moyen de 60 kilogrammes absorbe en moyenne 237 centimètres cubes d'oxygène par minute, et qu'une femme tuberculeuse du poids de 53 kilogrammes en absorbe 207 centimètres cubes. Ce sont là des coefficients respiratoires parfaitement normaux et différant considérablement de ceux qu'a obtenus M. Robin, à savoir 330 centimètres cubes d'oxygène par minute pour un homme normal et 300 et même davantage chez un homme tuberculeux. Bref, d'après MM. Charrin et Tissot, les combustions intra-organiques conservent leur valeur normale chez les tuberculeux et ne peuvent apporter aucun élément utile au diagnostic précoce de la tuberculose.

C'est aussi la conclusion à laquelle est arrivé M. Küss, qui a étudié les échanges respiratoires chez seize tuberculeux du sanatorium d'Angicourt.

Il a trouvé que la quantité d'oxygène consommée par minute et par kilogramme de poids variait chez eux entre 3 c. c. 8 et 5 c. c. 8 et présentait, par conséquent, une valeur normale. Disons enfin que ces chiffres concordent avec ceux qui ont été obtenus, dans les mêmes conditions, par MM. Jolyet, J. Gautrelet et E. Soulé.

La *pneumographie*, sur laquelle MM. Hirtz et G. Brouardel avaient attiré l'attention, ne semble pas non plus pouvoir être utilisée pour le diagnostic précoce de la tuberculose.

Ces deux auteurs avaient notamment constaté qu'à l'état normal le tracé pneumographique se compose de quatre lignes, qui correspondent à l'ascension inspiratoire, au plateau de la plénitude thoracique, à la descente expiratoire et à l'horizontale de vacuité. Or, à la période initiale de la tuberculose, ce tracé se réduirait à trois lignes, la ligne de vacuité ayant disparu et la ligne de descente expiratoire se prolongeant de manière à en occuper la place. Mais M. Letulle et M^{lle} Pompihan, qui avaient repris ces recherches, n'ont pu confirmer ces faits. Ils ont trouvé que le rythme respiratoire est très variable chez les tuberculeux et que leurs tracés ne présentent rien de particulier.

Tout au contraire, l'étude de la *calorification* peut aider au diagnostic de la tuberculose, étant donnée l'instabilité de la température que les tuberculeux présentent dès le début de leur infection.

C'est ainsi que, chez les tuberculeux apyrétiques, un exercice physique ordinaire, une simple marche tant soit peu prolongée provoquent, comme l'ont montré les études de Daremberg et de Penzoldt, une élévation de la température allant de quelques dixièmes de degré à un degré et même davantage. C'est encore cette instabilité thermique qui fait qu'une simple injection sous-cutanée de sérum artificiel amène chez les tuberculeux, comme l'a prouvé M. Hutinel, un véritable mouvement fébrile. Dans le même ordre d'idées, on peut encore citer les recherches de M. Sabourin, d'où il résulte que, chez les tuberculeuses même tout à fait au début, le thermomètre accuse une élévation variable de la température pendant les deux ou trois jours qui précèdent les époques menstruelles.

§ 2. — Examen hématologique et épreuve du vésicatoire ; séro-diagnostic et agglutination du bacille de Koch.

Les *recherches hématologiques*, dont on connaît l'essor depuis quelques années, n'ont pas permis d'établir l'existence de modifications caractéristiques dans la composition morphologique du sang au début de la tuberculose.

En revanche, MM. Roger et Josué ont montré que l'étude de la sérosité transsudée après l'appli-

cation d'un *vésicatoire* peut servir à déceler la tuberculose. Ils ont notamment constaté que, chez les tuberculeux, cette sérosité ne renferme presque pas de cellules éosinophiles, mais qu'on y trouve des cellules particulières, dites hydriques.

Le *séro-diagnostic* de la tuberculose par *agglutination* des bacilles tuberculeux s'appuie sur le même principe que celui du séro-diagnostic de la fièvre typhoïde.

On sait que, dans celle-ci, le sérum du malade acquiert de bonne heure la propriété d'agglutiner les bacilles typhiques. Mais, dans la tuberculose, cette méthode a rencontré dès le début des difficultés considérables, tenant à ce que, contrairement au bacille typhique, le bacille de Koch est immobile et forme, en cultures, des masses cohérentes avec lesquelles le phénomène de l'agglutination est difficilement appréciable. Cependant, grâce à de longues et persévérantes recherches, MM. Arloing et P. Courmont sont parvenus à créer une race de bacilles tuberculeux doués d'une certaine mobilité et formant, dans des milieux liquides, des cultures troubles et homogènes dont l'agglutination se fait de la même façon que celle des bacilles typhiques par un sérum spécifique.

Les recherches concernant le séro-diagnostic de la tuberculose ont montré que la réaction agglutinante s'observe chez les tuberculeux dans une proportion d'environ 85 % des cas. Il y a ceci de particulier que cette réaction est d'autant plus accentuée que la tuberculose est plus légère, plus atténuée dans ses manifestations. C'est dire que, très nette dans les infections relativement bénignes (tuberculoses ganglionnaires, ostéo-articulaires), elle est très faible et peut même manquer dans les tuberculoses médicales graves.

La valeur pratique de cette réaction, destinée à révéler l'existence d'une infection tuberculeuse de l'organisme, a été diversement interprétée. Comme elle peut manquer chez des tuberculeux avérés et que, d'un autre côté, on l'a vue se produire chez des individus bien portants, elle ne peut certainement pas être considérée comme un moyen sûr de diagnostic. D'un autre côté, elle comporte des difficultés techniques notables, si bien que, dans son Rapport, M. Achard arrive à la conclusion qu'actuellement, du moins, elle ne se prête pas encore très bien aux nécessités de la pratique usuelle.

§ 3. — La recherche du bacille de Koch et l'inoculation des produits tuberculeux.

Les méthodes et les procédés que nous venons de passer en revue n'assurent donc pas, malgré leur intérêt, le diagnostic de la tuberculose et surtout son diagnostic précoce. Aussi peut-on dire que c'est encore la constatation du bacille tuberculeux

dans les produits pathologiques, l'expectoration en cas de tuberculose pulmonaire, qui permet d'affirmer l'existence d'une infection tuberculeuse.

La recherche du bacille de Koch dans les crachats est aujourd'hui d'une pratique courante et nous n'avons pas à nous en occuper ici. Mais il est des cas où la tuberculose se présente sous forme d'une infection générale de l'organisme, sous forme d'une bacillémie, et dans ces cas, fort compliqués au point de vue clinique, la constatation du bacille dans le sang lève tous les doutes.

Mais, comme les bacilles sont rares dans le sang, M. Jousset a eu l'idée de faciliter leur recherche par un procédé qui consiste à faire digérer *in vitro* le caillot formé spontanément ou produit artificiellement dans le sang recueilli par la saignée. Les bacilles, quand ils existent dans le sang, se trouvent donc libres dans le produit liquéfié de la digestion artificielle, dont ils sont ensuite extraits par la centrifugation.

Dans le même ordre d'idées, et pour faciliter la recherche du bacille dans le caillot, MM. Bezançon, Griffon et Philibert soumettent celui-ci, non pas à la digestion par un suc gastrique artificiel, mais à l'action de la lessive de soude, qui le liquéfie tandis que les bacilles persistent et restent colorables.

D'autres, comme Gebrovsky, arrivent au même résultat en empêchant le sang de se coaguler. A cet effet, le sang est reçu dans une solution de fluorure de sodium et les bacilles sont extraits de ce mélange par la centrifugation. Un autre procédé pour rendre le sang incoagulable, procédé imaginé par M. Lesieur, consiste à faire digérer le sang par des sangsues, que l'on fait ensuite dégorger par expression dans des tubes stérilisés. Pour isoler les bacilles, il ne reste plus qu'à centrifuger ce sang.

Mais, le bacille une fois isolé et reconnu à ses réactions colorantes, il s'agit encore d'établir s'il ne s'agit pas de bacilles acidophiles et de déterminer ensuite sa virulence. L'inoculation des produits tuberculeux à un animal sensible, comme le cobaye, permet de s'en rendre compte. Seulement, au point de vue clinique, cette méthode a l'inconvénient de la lenteur, l'inconvénient de faire attendre pendant plus ou moins longtemps les résultats, positifs ou négatifs, de cette inoculation.

Aussi, pour accélérer cette recherche, M. Nattan-Larrier a-t-il proposé d'inoculer le produit suspect dans la mamelle d'une femelle de cobaye en lactation, la tuberculose évoluant dans cet organe avec une rapidité particulière. Mais, comme le fait fort justement observer M. Achard, la difficulté est d'avoir au moment opportun le sujet favorable, la lactation n'ayant, dans cette espèce animale, qu'une durée fort courte.

IV. — LA VACCINATION ET LA SÉROTHÉRAPIE ANTITUBERCULEUSES.

La séance de clôture du Congrès a été marquée par une communication de M. Behring sur la sérothérapie antituberculeuse. Le peu que le savant professeur de Marbourg a bien voulu faire connaître se réduit à ceci : une substance TC, tirée du bacille de Koch, et injectée dans l'organisme, se transformerait en une autre substance TX, qui constitue le vaccin contre la tuberculose. M. Behring a promis de compléter dans un an cette première communication, passablement énigmatique.

Nous sommes beaucoup mieux renseignés sur la vaccination anti-tuberculeuse des Bovidés, d'après la méthode de Behring. Les expériences faites récemment à Melun, par M. Vallé, ont, en effet, montré que l'injection intra-veineuse de cultures atténuées de tuberculose humaine met les Bovidés à l'abri de l'infection par les bacilles bovins. Du moins, sur vingt génisses vaccinées de cette façon et soumises ensuite à l'infection par des produits tuberculeux bovins aucune n'est devenue tuberculeuse, tandis que toutes les génisses témoins se sont tuberculisées. Il reste encore à établir la durée de cette immunité vaccinale.

Quant à la sérothérapie de la tuberculose humaine, nous en sommes toujours à la nouvelle tuberculine de Koch, au sérum de Maragliano et à celui de Marmorek. Les lecteurs de cette *Revue* savent certainement que ces médications, prétendues spécifiques, n'ont pas donné de résultats décisifs, à peine des résultats satisfaisants. Et l'on peut en dire autant du sérum de Tabakian (de Vienne), qu'on obtient en immunisant des lapins avec des cultures humaines entières, ou du sérum de MM. Rappin et Blaisot (de Nantes), qui se servent du sérum de chiens inoculés avec des cultures de tuberculose humaine d'abord desséchées, ensuite vivantes. D'une communication de MM. Lannelongue, Achard et Gaillard, il résulte qu'en injectant à des ânes ou à des chevaux une toxine extraite du bacille tuberculeux, on obtient un sérum qui possède quelques propriétés thérapeutiques chez les cobayes tuberculeux, dont il paraît augmenter en tout cas la résistance et diminuer la mortalité. Or, il ne paraît pas qu'un pareil résultat, si modeste cependant pour un traitement spécifique, soit obtenu par les sérums employés chez l'homme. La question de la sérothérapie tuberculeuse attend donc toujours sa solution.

La conclusion qui se dégage de cette revue rapide, c'est que le Congrès de 1905 n'a fait que préciser les points qui attendent leur solution définitive et sur lesquels devront porter les travaux ultérieurs.

Dr R. Romme,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Œuvres de Laguerre, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. Ch. Hermite, H. Poincaré et E. Bouché, membres de l'Institut. Tome II. Géométrie. — 1 vol. gr. in-8° de 715 pages. (Prix : 10 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1905.

Après un intervalle de sept années, ce second volume des Œuvres de Laguerre a enfin paru; il était attendu avec impatience par le public mathématique. On se rappelle que le premier volume des œuvres de l'éminent géomètre que fut Laguerre était consacré à ses travaux sur l'Algèbre, où il a donné une marque si apparente de sa grande sagacité en même temps que de la profondeur de son esprit. Cependant, il est permis de se demander si, en Géométrie, il ne s'est pas montré encore plus inventeur, si ses qualités originales ne se sont pas révélées avec plus d'éclat. A ce titre, ce nouveau volume présente donc peut-être un intérêt supérieur à celui du premier, et retiendra plus particulièrement l'attention.

Un fait qui surprend dès l'abord, quand on sait combien considérable a été l'importance des travaux de Laguerre, c'est le petit nombre de Mémoires étendus qu'on y rencontre. Dans le volume dont nous nous occupons, il n'y a pas moins de 83 articles, en laissant de côté un Mémoire sur la réduction d'une fonction en fraction continue, publié dans le *Journal de Liouville*, et qui aurait dû figurer dans le premier volume. On constate que l'étendue moyenne de chaque travail de Laguerre sur la Géométrie ne surpasse guère 8 pages; beaucoup de ces articles se réduisent à de simples notes d'une page ou moins, et il y en a 43 qui comprennent au plus 5 pages.

Cette dissémination contribue à rendre assez difficile l'étude de certaines des théories de l'auteur. Une note très concise ouvre la voie; par sa condensation même, la lecture en est pénible; pour s'éclairer, on se reporte aux autres articles traitant du même sujet; et l'on s'aperçoit alors que l'identité n'est pas absolue, que la terminologie est loin d'être uniforme, que les mêmes mots n'auront pas toujours la même signification. Dès lors, pour pénétrer la pensée de Laguerre, pour se l'assimiler exactement, il faut souvent se livrer à une sorte de travail de divination. Ce fait, remarqué par les géomètres de la jeune génération qui ont pris à tâche de continuer l'œuvre si brillamment entreprise, a conduit quelques-uns d'entre eux à se demander si Laguerre n'aurait pas été le dernier représentant de ces mathématiciens qui, dans les siècles précédents, avaient tant de souci de cacher leurs méthodes, s'il n'aurait pas systématiquement jeté un certain voile d'obscurité sur les moyens employés par lui, afin de mieux faire ressortir la splendeur des résultats obtenus.

Je crois fort que cette explication ne sera admise par aucun de ceux qui ont connu personnellement Laguerre. Cet esprit, ardemment épris de vérité, un peu brusque dans ses manifestations, primesautier, d'une originalité incontestable, toujours en éveil, ne se concilie guère avec l'hypothèse d'un petit calcul personnel qui l'eût conduit à proposer des rébus à ses contemporains ou à ses successeurs, dans le but d'augmenter sa propre renommée. Pour moi, l'explication est toute autre, je pourrais dire toute contraire. Je l'ai entendue, par la parole, s'attachant à faire connaître tout résultat, toute vérité découverte par lui, aussitôt qu'il venait de la découvrir; et je crois for-

probable que dans ses écrits il a procédé d'une façon analogue. Une idée surgit dans son cerveau; aussitôt, il la publie telle quelle, jetant à pleines mains les vérités; puis, il reprend cette idée, il l'approfondit davantage, l'aperçoit sous un nouveau jour, entrevoit des conséquences qu'il n'avait pas tout d'abord envisagées; un nouvel article traduira cette évolution de son esprit; et, le même phénomène se reproduisant, se continuant plutôt, nous verrons une série d'articles successifs sur le même sujet, parfois sous le même titre, et qui nous sembleront présenter entre eux des discordances, parce qu'ils traduisent les phases de cette évolution dont nous parlons, et qui a le plus souvent été inconsciente. Ceci ne diminue, d'ailleurs, en rien la grandeur de l'œuvre, ni l'utilité scientifique de l'étude de cette œuvre. Les efforts mêmes qu'il faut faire pour se l'assimiler ont pour résultat de rendre plus solides les connaissances qu'on y peut acquérir.

On n'attend pas de nous, après ce qui précède, une énumération détaillée des articles publiés par Laguerre sur la Géométrie; ils s'étendent de l'année 1852 à 1885. De 1853 à 1865, il y a une lacune totale. L'élève de spéciaux, qui avait au début publié trois articles sur les foyers, dans les *Nouvelles Annales*, a été momentanément détourné de la science pure par les obligations professionnelles de sa carrière nouvelle, de sa vie militaire; et c'est seulement au bout de douze années qu'il opère sa rentrée par une Note, publiée aux *Comptes Rendus*, sur les courbes planes algébriques.

C'est dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, dans le *Bulletin de la Société Philomathique*, dans celui de la *Société mathématique de France*, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, qu'ont été publiés presque tous ces articles. Ils s'appliquent à d'innombrables sujets, mais plus particulièrement à ceux qui concernent l'application de l'Algèbre ou du Calcul infinitésimal à la science de l'étendue. En dehors de la théorie des foyers, déjà signalée plus haut, nous mentionnerons : la théorie des courbes et des surfaces algébriques; les courbes et surfaces analogiques; la courbure des lignes et des surfaces; une foule de propriétés des coniques, des quadriques et des lignes tracées sur celles-ci, notamment des lignes sphériques; les transformations; la géométrie de direction; les cycles et hypercycles; des études sur des lignes et des surfaces particulières (cardioïde, hypocycloïdes, surface de Steiner, cyclide); l'application des formes binaires à la Géométrie; les réseaux de courbes planes; enfin l'emploi des imaginaires en Géométrie. Dans ce dernier domaine, où Laguerre poursuit l'interprétation des coordonnées imaginaires, il a été un créateur, ainsi que dans la Géométrie de direction; partout ailleurs, il a pour le moins élargi l'étendue de la science.

En somme, il est permis, sans rien exagérer, de dire que pas un jeune mathématicien, s'il veut produire aujourd'hui des travaux personnels en Géométrie, ne saurait se dispenser de connaître préalablement à fond l'œuvre de Laguerre. Elle était dispersée dans divers recueils périodiques, et la lecture en était par là même rendue plus difficile. La publication dont nous venons de signaler le deuxième volume est donc d'une utilité scientifique universelle, dont le monde entier profitera (car tous les mathématiciens du monde connaissent le nom et la valeur de Laguerre), mais qui fera spécialement honneur à la science française.

C.-A. LAISANT,
Répétiteur et Examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Tissot (Camillo), *Lieutenant de vaisseau*. — **Etude de la résonance des systèmes d'antennes.** (Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris). — Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

L'application si importante des ondes électriques de Hertz à la transmission des signaux par la « télégraphie sans fil » a suscité de nombreuses études, tant de la part des théoriciens que des expérimentateurs, sur les meilleures conditions de transmission et d'utilisation de ces vibrations électriques.

L'une des plus remarquables vient d'être présentée, comme thèse de Doctorat, par M. le Lieutenant de vaisseau Tissot, qui a mis à profit, pour cette étude, les ressources spéciales que présentent les postes de télégraphie sans fil installés, soit sur les côtes, soit à bord des bâtiments de la marine de l'Etat.

Les expériences ont eu lieu sur des distances variables depuis 1.200 mètres jusqu'à 40 kilomètres entre les postes transmetteur et récepteur.

M. Tissot s'est préoccupé, en premier lieu, des circonstances dans lesquelles se produit la résonance, du système des antennes d'émission et de réception. On décèle généralement l'arrivée des ondes à la station réceptrice par des cohérences à limaille. Les incertitudes qui règnent encore sur le mode intime de fonctionnement de ces appareils ont fait renoncer à leur emploi, malgré la sensibilité qu'ils présentent, et les ont fait remplacer, soit par un bolomètre, soit par un détecteur magnétique (genre Rutherford) fondé sur la désaimantation partielle que subit une aiguille d'acier, aimantée préalablement à saturation, quand elle est placée dans une bobine parcourue par un courant oscillatoire de haute fréquence.

Ces appareils ont permis de reconnaître que, dans les antennes de réception, aussi bien que dans celles d'émission, il y a production d'une onde stationnaire avec ventre d'intensité à la base, et nœud au sommet. (C'est l'équivalent du tuyau fermé, en Acoustique).

Lorsqu'on fait varier systématiquement la longueur de l'une des antennes, on reconnaît le moment où elle arrive en résonance avec l'autre, par un maximum dans l'effet accusé à la réception. M. Tissot a pu préciser quelles conditions doivent remplir des antennes, de dimensions et de formes variées, pour être équivalentes au point de vue de l'accord, et, par suite, pour fournir le maximum de rendement dans la transmission et la réception des ondes. En particulier, dans le cas simple où les antennes ont la même forme, la résonance a lieu pour l'égalité des longueurs, quelle que soit la courbure générale des systèmes.

Après avoir précisé les conditions d'accord des antennes, M. Tissot a cherché à mesurer la fréquence des variations périodiques du courant dans ces organes.

Il a repris, en la perfectionnant, la méthode du miroir tournant, déjà employée par Pedersen pour mettre en évidence le caractère oscillatoire de la décharge d'un condensateur. Les étincelles successives, enregistrées photographiquement, ont montré que la durée des périodes correspondant aux formes et dimensions d'antennes généralement utilisées dans la télégraphie sans fil, est une fraction de seconde de l'ordre de 10^{-6} ou 10^{-7} , ce qui correspond à des longueurs d'onde pouvant atteindre quelques centaines de mètres.

Conjointement avec cette méthode d'enregistrement, M. Tissot a utilisé, pour déterminer la fréquence des oscillations, une autre méthode dans laquelle il a mis à profit les oscillations d'un excitateur accordé sur le système d'antennes en résonance.

On sait quel est le rôle important joué par l'amortissement dans un système d'organes solitaires, susceptibles de se transmettre réciproquement des mouvements vibratoires. Il était donc essentiel d'ajouter à la connaissance de la période des vibrations, celle de leur amortissement.

En traduisant graphiquement les résultats fournis par les études précédentes, M. Tissot a obtenu la courbe, étudiée par Hjerkenus sous le nom de *courbe de résonance*, des éléments de laquelle on déduit facilement la loi de décroissance de l'amplitude des oscillations. En construisant cette courbe dans de nombreux cas particuliers, M. Tissot a précisé les circonstances les plus importantes qui influent sur cet amortissement et il a montré, en particulier, l'importance de la qualité de la « prise de terre » dans les antennes et celle du mode direct ou indirect d'émission des ondes.

Enfin, il était utile d'estimer quelle part de l'énergie d'émission récupère l'antenne réceptrice. Il a été reconnu que l'intensité efficace du courant reçu par l'antenne de réception varie en raison inverse de sa distance à l'antenne d'émission, et que, par suite, l'énergie mise en jeu varie en raison inverse du carré de cette distance. De plus, cette énergie est proportionnelle aux carrés des potentiels explosifs de la décharge oscillante dans l'antenne d'émission.

Quant à la valeur absolue de l'énergie mise en jeu dans une antenne réceptrice, les exemples numériques suivants, correspondant à des conditions bien définies, donneront une idée de son ordre de grandeur.

Une antenne simple de 50 mètres de longueur, excitée à 1 kilomètre de distance par une antenne identique (actionnée elle-même par des étincelles de 5 centimètres, à raison de 20 trains d'ondes par seconde), correspond à une énergie de 57 ergs reçue par le bolomètre en une seconde.

Cette énergie peut monter à plusieurs centaines d'ergs (300 à 500) dans des antennes multiples accordées, formées de 4 ou 6 branches parallèles, de 50 à 55 mètres de longueur.

En résumé, les expériences de M. Tissot ont éclairci bien des points dans le fonctionnement des appareils employés pour la transmission des ondes de Hertz. Elles ne pourront manquer de contribuer aux progrès de cette question si importante de la télégraphie sans fil, en substituant aux tâtonnements et aux essais empiriques des indications nettes et des méthodes réellement scientifiques.

E. COLARDEAU,
Professeur au Collège Rollin.

Nausouty (Max de). — **Actualités scientifiques.** — 1 vol. in-8° de 365 pages. (Prix: 3 fr. 50.) Schleicher frères, éditeurs. Paris, 1906.

Dans ce volume, des mieux présentés, M. de Nausouty a réuni une série d'études de science et de vulgarisation, qui, toutes, concernent les découvertes effectuées pendant l'année.

C'est dire l'intérêt d'un ouvrage de ce genre, auquel le talent de l'écrivain confère un attrait de plus. Groupées dans un ordre précis, ces chroniques documentaires ne peuvent laisser indifférents tous ceux qui tiennent à être au courant du mouvement scientifique. C'est ce qui assure à l'ouvrage de M. de Nausouty un succès réel et durable, mérité autant par l'intérêt des questions traitées que par la compétence de l'auteur.

De Thierry (Dr Maurice), professeur à l'Université de Fribourg (Suisse). — **Introduction à l'étude de la Chimie.** — 4 volume de 456 pages, avec 302 figures. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1906.

Le livre que M. Maurice de Thierry nous offre sous ce titre n'est autre chose que le développement du chapitre « Généralités », toujours insuffisant, par lequel débute tous nos traités classiques de Chimie.

L'idée est excellente et nous ne pouvons que féliciter l'auteur d'avoir su la mettre à exécution sous une forme qui rend la lecture de son ouvrage aussi agréable qu'instructive. Ce n'est pas sans raison que M. Maurice de Thierry blâme l'habitude qui consiste à exposer sèchement des faits sans même citer le nom de ceux qui, au prix de longs efforts, ont eu la gloire de les découvrir ou de les interpréter. On ne peut également

3° Sciences naturelles

que l'approuver quand il nous dit qu'il y a une certaine probité à parler des précurseurs, que les jeunes doivent connaître les vieux, que chacun doit apprendre par quels labeurs, par quels efforts la pensée humaine a passé pour arracher à la Nature le moindre de ses secrets. C'est là un noble langage, et l'auteur a été bien inspiré lorsqu'il a écrit sa courte préface; l'arrangement et l'exposition des sujets traités ne sont pas moins remarquables dans leur ensemble.

Passant successivement en revue tout ce qui a trait aux différents états de la matière, aux différentes formes de l'énergie, aux lois pondérales qui régissent les transformations des corps, aux théories, classifications et formules dont se servent ou se sont servis les chimistes, M. Maurice de Thierry fait passer sous nos yeux, sans jamais les fatiguer, une multitude de faits, d'appareils et de données expérimentales, dont le plus souvent il nous détaille l'historique et le fonctionnement avec soin et un véritable luxe de figures, toutes irréprochables d'exécution.

Malheureusement, le fond ne répond pas partout à la forme, et nous avons le regret d'y constater en plusieurs points des défaillances qui, surtout pour les élèves, peuvent avoir des conséquences fâcheuses.

Ainsi, la dialyse est confondue avec la diffusion simple; rien n'explique la pénétration du fer par l'hydrogène ou l'oxyde de carbone; à propos de la réfraction, l'auteur oublie les réfractomètres de Pulfrich et d'Abbe-Zeiss, dont pourtant l'usage est universellement répandu.

Dans les applications, il ne cite même pas les noms de Landolt et de Brühl; en revanche, il nous offre une formule anonyme, qui doit être celle de Lorenz, rendue méconnaissable et fautive, et nous dit que, grâce à elle, il est facile de calculer, en partant d'une expérience de physique, les poids moléculaires. Ce sont là autant d'omissions ou d'erreurs particulièrement graves quand elles affectent une donnée stéchiométrique aussi importante que la réfraction moléculaire, et il eût certes mieux valu passer ce chapitre entièrement sous silence.

Plus loin, le symbole $[a]_D$ se confond avec $[a]_D$; comme exemples de catalyse, on ne parle ni de la fabrication de l'acide sulfurique par contact, ni des travaux de M. Sabatier. On ne signale pas les relations physiques qui existent entre les pressions osmotiques, l'abaissement des tensions de vapeur et celui des points de congélation; la loi des phases est insuffisamment développée; mais, à côté de ces lacunes, on nous rappelle longuement des théories et des systèmes qui n'ont jamais eu d'adeptes, comme le fractionnement des valences de Schützenberger, les classifications d'Ampère, de Haefer, de Baudrimont, de Dupasquier, de Frémy, etc.

Il y a là un manque de pondération manifeste, auquel une seconde édition pourra seule remédier, ainsi qu'à certaines fautes d'impression regrettables qui se sont glissées dans le tableau des poids atomiques, page 370 de l'ouvrage. Alors nous applaudirons sans réserves la tentative de M. Maurice de Thierry, qui mérite à tous égards d'être encouragée, parce qu'elle ne peut être que profitable à ceux qui désirent connaître un peu l'histoire de la Chimie en même temps que son état actuel.

L. MAQUENNE,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Raulin (Jules). — *Etudes chimiques sur la Végétation.* — Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1906.

Il faut savoir gré à MM. Masson et C^{ie} d'avoir réimprimé cette thèse de doctorat, qui fut et qui reste un travail fondamental. Pasteur écrivait à l'auteur, en 1868: «C'est une œuvre qui vous fera grand honneur. Elle ouvre des horizons tout nouveaux aux études sur la végétation.» L'avenir a confirmé les prévisions et la pénétration justesse des vues de l'illustre savant. La lecture de la thèse de Jules Raulin continue de s'imposer à tous ceux qui étudient la Biologie.

Behérain (Henri). — *L'expansion des Boers au dix-neuvième siècle.* — 1 vol. in-12 de 433 pages, avec 8 cartes. (Prix: 3 fr. 50.) Hachette et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1906.

Cet ouvrage est «l'histoire des origines de la nationalité boer.» Tout à fait recommandable par l'étendue et la sûreté de l'information, par la rigueur de la critique et de la méthode, par la clarté et l'intérêt du récit, il continue la série des beaux travaux de M. Behérain sur les pays africains d'influence ou de domination britannique.

La matière du livre, indiquée en détail dans une excellente bibliographie (pp. 401-416), se compose des recueils de documents officiels anglais concernant l'Afrique australe, des récits imprimés ou manuscrits laissés par les témoins des événements, de travaux de seconde main ou livres d'impression sur les pays boers, de cartes géographiques anglaises et allemandes du Cap et territoires voisins, enfin de quelques documents figurés se rapportant aux Boers et aux Zoulous, qui sont conservés au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum d'Histoire naturelle.

L'exposé commence aux deux conquêtes du Cap de Bonne-Espérance par les Anglais, en 1795 et 1806, de façon à donner toutes les causes du déplacement des Boers. Il s'étend jusqu'à la reconnaissance de l'indépendance des deux républiques sud-africaines, c'est-à-dire jusqu'en 1855. L'auteur ne s'en est d'ailleurs pas tenu aux événements auxquels les Boers ont pris part. Il a été amené à étudier, à propos des Boers, leurs divers adversaires: il a raconté les invasions des Caffres dans les territoires anglais, les mouvements des Zoulous dissidents (Matabélés) jusqu'au N. du Limpopo, la formation et l'organisation du royaume Zoulou voisin de la Tugela, sous Chaka et Dingaan, et enfin les origines de la colonie britannique du Natal, où les Boers avaient fondé, en 1840, une République bientôt annexée au Cap.

Les premières atteintes portées au loyalisme des Boers proviennent du dédain dans lequel les Anglais tenaient leur civilisation, et du dissentiment profond entre les deux peuples au sujet de l'esclavage. Boers et Anglais se trouvent encore unis pour repousser l'invasion cafre de 1835; mais l'essaimage des fermiers vers le Nord commence de 1833 à 1836. L'exposé fait bien ressortir la formation familiale et régionale des bandes de Burghers, et aussi leurs méthodes de déplacement, de campement et de combat («laagers»), soit pendant leur trajet jusqu'au Nord du Vaal, soit lors des expéditions de Pieter Retief et d'André Pretorius pour la fondation de la République du Natal. De même, les géographes apprécieront beaucoup le tableau de la civilisation zouloue (pp. 151 et suiv.). M. Behérain montre, enfin, que c'est par l'impopularité qu'il était tombée en Angleterre la colonie du Cap, dans laquelle on ne soupçonnait pas encore l'existence des diamants, et où celle de l'or était contestée, qu'il faut expliquer l'abandon de la poursuite des Boers et la reconnaissance formelle de leur indépendance, faite en 1852 (convention de la Sand-River), et en 1854 (convention de Bloemfontein.)

J. MACHAT,
Docteur es Lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

Forel (A.), ancien Professeur de Psychiatrie à l'Université de Zurich. — *La question sexuelle exposée aux adultes cultivés.* — 1 vol. in-8° de 614 pages. (Prix: 10 fr.) G. Steinheil éditeur. Paris, 1906.

Point n'est besoin de connaître autrement que de réputation et biographiquement le célèbre psychologue des fournis, pour pouvoir dire de son livre qu'il est l'homme même. De même que le Professeur Forel, tour à tour naturaliste, psychologue et psychiatre, sociologue enfin, résume en sa personne l'une des évolutions naturelles d'un zoologiste qui ne redoute pas

l'évolution, de même son livre est une étape complète, allant de la science de la Nature à celle de la Société humaine, du microscope à l'article de loi. « Il a deux sources : l'étude de la Nature et celle de la psychologie des hommes malades et des sains d'esprit ; il aboutit à la conception d'une société régie par des lois sexuelles meilleures, que les « esprits conservateurs et bourgeois » considèrent encore aujourd'hui comme des utopies, mais qui sont des réalités de demain.

L'ouvrage n'est pas, comme tant d'autres qui ont été publiés sur cette matière, une excursion plus ou moins pittoresque au pays du Tendre et une histoire anecdotique des faits et gestes de l'amour. C'est un traité méthodique et complet de la question sexuelle. « Mon but, dit l'auteur, est d'étudier la question sexuelle sous tous ses rapports : scientifiques, ethnologiques, pathologiques et sociaux, et de chercher la meilleure solution pratique des nombreux problèmes qui s'y rapportent ». L'écueil d'un pareil exposé était l'érotisme, auquel ont succombé la plupart des ouvrages sur les questions sexuelles; l'auteur déclare avoir fait tout son possible pour s'en libérer, car, « tout sentiment faussant plus ou moins le jugement, la critique scientifique a le devoir d'éliminer l'érotisme pour demeurer exacte et impartiale ». Le problème sexuel n'est pas exposé, cependant, sous une forme sèche et abstraite, outre qu'il est de ceux qui se prêtent mal à la sécheresse et à l'abstraction. La méthode biologique exigeait des exemples de psychopathologie sexuelle, que l'auteur n'a eu qu'à tirer de la riche collection de ses documents cliniques et sociologiques.

M. Forel trace lui-même le plan général des idées directrices de son ouvrage :

Dans les chapitres I à V, on apprend à connaître l'histoire naturelle, l'anatomie et les fonctions des organes reproducteurs, ainsi que la psychologie de la vie sexuelle. Dans le chapitre V, intitulé « l'amour et les autres irradiations de l'appétit sexuel dans l'âme humaine », l'auteur passe en revue les irradiations psychiques de l'amour chez l'homme et chez la femme, le fétichisme et l'antifétichisme, les rapports psychologiques de l'amour avec la religion.

Au chapitre VI, il donne, d'après Westermarck, un résumé de l'ethnographie et de l'histoire des rapports sexuels chez les diverses peuplades humaines; c'est le chapitre du mariage au point de vue éthique et ethnique.

Au chapitre VII, il est rendu compte : d'un côté, de l'évolution zoologique de la vie sexuelle (phylogénie), et, de l'autre, de l'évolution ontogénique de la vie sexuelle humaine depuis la naissance jusqu'à la mort.

Au chapitre VIII sont décrites les excroissances pathologiques de la vie sexuelle dans leurs multiples variétés (sadisme, inversion sexuelle, sodomie, etc.). L'auteur croit devoir justifier cette exhibition de réalités psychopathologiques devant le grand public auquel il s'adresse, en disant que ces anomalies psychosexuelles interviennent bien plus profondément qu'on ne le croit dans nos rapports sociaux.

Dans les chapitres IX à XVIII, enfin, sont expliqués les rapports de la vie sexuelle avec les sphères les plus importantes de la vie humaine, avec la suggestion, l'argent et la propriété, la religion, le droit, la médecine, la morale, la politique, l'économie politique, la pédagogie et l'art. Voici quelques sous-titres de ces chapitres : mariage d'argent, prostitution et proxénétisme, concubinage vénal; — pruderie religieuse, érotisme religieux, influence du catholicisme, de la confession auriculaire sur la question sexuelle; — hygiène du mariage, prévention anti-conceptionnelle, etc.; — morale sexuelle, humaine et religieuse; — question sexuelle en politique et en économie politique, néo-malthusianisme; — éducation sexuelle de l'enfance, coéducation, écoles nouvelles; — vie sexuelle dans l'art, l'art et la pornographie. Toutes ces questions, et tant d'autres encore, M. Forel ne se borne pas à les exposer; il les résout pratiquement à la lumière de son clair jugement scientifique, et sans se préoccuper des

solutions traditionnelles qu'on en a données. C'est dire qu'il est partisan de la prophylaxie anti-conceptionnelle, d'une instruction sexuelle donnée à l'enfant, de la coéducation des sexes, qu'il est sélectionniste en matière de reproduction, etc.

Dans un dernier chapitre : « Coup d'œil rétrospectif et perspectives d'avenir », toutes ces solutions partielles sont résumées en un idéal pratique et réalisable. Cet idéal comprend des tâches négatives et des tâches positives à accomplir. Les tâches négatives, c'est la suppression des causes directes ou indirectes des maux sexuels et des vices sociaux qui leur correspondent : la lutte contre le culte de l'argent, contre les narcotiques, contre le préjugé et l'autorité de la tradition, etc. Les tâches positives, c'est la sélection humaine à tous les points de vue et par tous les moyens, l'apprentissage de la vie sexuelle et de l'art d'aimer longtemps. Le chapitre se termine par la prophétie d'un avenir meilleur, d'une sexualité plus morale; cette prophétie n'est pas l'utopie, follement optimiste, d'un rêveur mais une déduction scientifique; car c'est, dit Forel, l'étude des mœurs des fourmis qui m'y a conduit d'abord.

L'intérêt de ce livre réside dans la haute moralité qui se dégage d'un examen scientifique de la question toute sentimentale de la sexualité. C'est sur la matière un ouvrage honnête et véritablement éducatif; c'est, d'une façon générale, un des meilleurs livres de vulgarisation que puisse lire l'adulte cultivé soucieux de conduire scientifiquement sa vie et celle des siens.

A. PRENANT,

Professeur à l'Université de Nancy

4° Sciences médicales

Yvon (P.). — Docteur en Pharmacie, Membre de l'Académie de Médecine. — Du Compte-gouttes normal et de ses applications dans la pratique pharmacéutique. — 1 vol. in-8° de 108 pages. O. Doin, éditeur. Paris, 1906.

La Conférence internationale pour l'unification des médicaments héroïques, qui s'est réunie à Bruxelles en septembre 1902, a adopté la résolution suivante : « Il y a lieu, pour tous les pays contractants, d'adopter un compte-gouttes normal dont le diamètre extérieur du tube d'écoulement soit exactement de 3 millimètres, c'est-à-dire qui, à la température de + 15° C. et avec de l'eau distillée, donne XX gouttes par gramme. »

M. P. Yvon a recherché s'il était possible de préciser davantage les conditions de construction du compte-gouttes, de façon à obtenir une exactitude plus grande. Après de longues et minutieuses expériences qui ont mis en évidence l'influence de la hauteur de chute, de la pression, de la vitesse d'écoulement, de la longueur du capillaire, des diamètres intérieur et extérieur, des facteurs atmosphériques, de la nature du liquide, etc., M. Yvon arrive aux conclusions pratiques suivantes :

On peut construire un compte-gouttes normal détachant XX gouttes pour 1 gramme d'eau distillée en donnant au diamètre intérieur du tube capillaire une dimension de 0^{mm}.595 (0^{mm}.59 à 0^{mm}.60) et en faisant varier le diamètre total (diamètre extérieur) de 3 millimètres à 3^{mm}.05 et la hauteur de chute de 0^m.02 à 0^m.04 (poids moyen de XX gouttes 1 gr. 006) ou de 0^m.05 à 0^m.06 (poids moyen de XX gouttes 1 gr. 005). On voit que l'approximation est très grande.

On trouvera dans ce travail la description de deux compte-gouttes, établis d'après ces données : l'un, compte-gouttes de précision, qui permet d'atteindre l'approximation de 0 gr. 002 par XX gouttes et qui pourra rendre des services appréciables dans les dosages volumétriques, par exemple où l'on pourra remplacer la burette graduée par la numération des gouttes; l'autre, compte-gouttes pour l'usage courant, beaucoup plus simple, mais d'une exactitude encore suffisamment grande et qui peut être mis entre les mains du public.

Dr ALFRED MARTINET.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Mai 1906.

M. Ch. Trépied est élu Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Autonne étudie les propriétés qui, pour les fonctions d'une variable hypercomplexe, correspondent à la monogénéité. — M. H. Bourget communique ses recherches sur une classe particulière de fonctions θ . — M. Haton de la Goupillière démontre le théorème suivant : Si la densité des arcs d'une spirale logarithmique varie en raison d'une puissance n de la longueur comptée depuis le pôle, le lieu géométrique des centres de gravité est une spirale égale tournée d'un certain angle, pour l'arc en question si n est compris entre -1 et $+2$, ou, au contraire, pour l'arc complémentaire qui se développe du point décrivant à l'infini lorsque n se trouve entre 2 et $-\infty$. — M. J. Janssen donne quelques détails sur une expédition en ballon dirigeable projetée pour l'exploration du Pôle Nord par M. Wellman.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — Le P. Et. El. Colin présente ses observations magnétiques faites à Tananarive de mai 1902 à avril 1906. La déclinaison a diminué de $12'$ avec un minimum en avril; l'inclinaison a augmenté de $5' 15''$, avec un minimum en septembre. — MM. A. Broca et S. Turchini ont constaté que, quand la conductibilité est suffisante pour permettre l'observation d'un changement de résistance d'un électrolyte, l'échauffement de celui-ci est moindre avec le courant de haute fréquence qu'avec le courant de basse fréquence de même intensité efficace, contrairement à ce que la théorie semble faire prévoir. — M. G. Berlemont présente un nouveau tube à rayons X à réglage automatique en se servant de l'anticathode comme osmo-régulateur. — M. E. Briner a étudié l'effet produit par des variations de pression sur les équilibres auxquels donne lieu la formation de corps liquides ou solides à partir de deux gaz. — M. B. Szilard présente ses recherches sur la décomposition à la lumière de la solution chloroformique de triiodométhane faite à l'obscurité. Si l'on mêle la dissolution insolée et décomposée avec une solution non décomposée, cette dernière se décompose à son tour; on est donc en face d'une réaction purement catalytique et la matière catalysante est produite par la réaction elle-même. — MM. C. Matignon et R. Rannoy ont mis en évidence les propriétés catalytiques oxydantes d'un certain nombre de substances : oxydes de Fe, Co, Ni, Cr, Cu, Mn, Ce, Ag; avec ces corps, on peut réaliser facilement la lampe sans flamme. — M. O. Manville a constaté que le carbone amorphe purifié, placé dans un courant d'O₂, donne naissance, lorsqu'on élève la température, à CO² et CO, dont les températures de formation dépendent de la nature du carbone, de son état physique et chimique, de la vitesse du courant d'O₂ et du temps. — M. G.-D. Hinrichs applique sa méthode de calcul des poids atomiques absolus aux chiffres trouvés par M. Urbain pour le terbium et arrive pour cet élément à la valeur $Tb=150$ exactement. — M. Em. Vigouroux a préparé par voie aluminothermique des ferrotungstènes dans lesquels la teneur en Tu atteint 46, 25 %; ces ferrotungstènes purs, épuisés par HCl étendu qui s'empare de la totalité de leur fer libre uniquement, abandonnent un corps dans lequel la teneur en Tu est voisine de 68, 7 %, chiffre correspondant à Fe²Tu². — M. M. François a préparé trois combinaisons de l'iode mercurique avec la monométhylamine gazeuse : Hgl²

(CH³Az)², liquide, F. — 46° ; Hgl²(CH³Az)², prismes incolores; Hgl².CH³Az, solide blanc jaunâtre. — M. P. Lemoult, par action ménagée de PCP sur les amines cycliques primaires, puis décomposition des produits formés par l'humidité, a obtenu les phosphites acides d'amines PO³H.RAzH², solubles dans l'alcool d'où ils cristallisent. — M. M. Godechot, par hydrogénation de l'hexahydroanthrone, a préparé l'octohydroanthranol, F. 81° - 82° , qui, par déshydratation, donne l'hexahydrure d'anthracène β , F. 66° , Eb. 303° - 306° . — MM. F. Bordas et Touplain ont constaté que le lait absorbe d'autant plus facilement les composés gazeux odorants, comme l'aldéhyde formique, qu'il est plus fraîchement recueilli. Cette absorption est si rapide que l'on pourrait songer à utiliser le lait pour déceler dans l'air des traces de formaldéhyde. — MM. A. Fernbach et J. Wolff montrent qu'il est possible de transformer presque intégralement en maltose les dextrines provenant de la saccharification de l'amidon. — MM. E. Jungfleisch et H. Leroux ont purifié la gutta brute des feuilles de *Palaquium Treubi* et obtenu une substance F. 230° , de formule C²⁵H⁴⁰O, qu'ils nomment *paltreubine*. Elle est étherifiée par l'anhydride acétique en donnant deux éthers, F. 235° et F. 290° , qui saponifient donnent deux alcools α -et β -paltreubyls, F. 190° et F. 295° . — M. Mauriceau-Beaupré a reconnu que les composés du phosphore amenés dans une flamme à l'état de vapeurs ont la propriété de dépolir le verre; cette réaction, très sensible, peut servir à reconnaître le phosphore. — M. G. Gastine décrit une méthode pour la recherche du riz dans les farines de blé. On imprègne la farine suspecte d'une solution colorante, on la dessèche ensuite lentement, on la porte à 110° - 130° pendant quelques minutes et on l'examine au microscope dans quelques gouttes d'essence transparente : les grains polyédriques d'amidon de riz apparaissent avec un hile rougeâtre très distinct.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. N. Vaschide a constaté dans les états émotifs durables, à la suite d'une émotion-choc, une augmentation du chiffre des leucocytes à noyau polymorphe. Toutefois, il existe des émotions intenses (abstraites) qui ne laissent aucune empreinte sur la morphologie sanguine. — MM. A. Rodet et G. Vallet ont observé que, dans le cours des infections à trypanosomes (au moins à *Tr. Brucei*), la rate et, accessoirement, les autres organes lymphoïdes constituent des foyers de destruction intense des parasites. La rate est douée d'un énergique pouvoir trypanolytique. — M. G. Arthaud a reconnu qu'il y a toujours adénopathie bronchique dans le goitre exophtalmique et dans la coqueluche. — M. F. Noc estime que l'*Uncinaria americana* joue un rôle capital dans l'étiologie du beriberi. La larve enkystée vit dans le sol et pénètre dans l'organisme humain, soit par la bouche, soit surtout par la peau. Le traitement par le thymol, qui permet d'éliminer les parasites, améliore avec une rapidité surprenante l'état des malades. — MM. L. Léger et O. Duboscq ont reconnu que les prétendus Coccidies des Céphalopodes et des kystes colomiques des Crustacés appartiennent au cycle d'une même Grégarine digénétique. En conséquence, les *Eucoccidium* doivent rentrer dans le genre *Aggregata* Frenzel. — M. Fabre-Domergue a observé une invasion d'Algues méridionales (*Colpomenia sinuosa*) sur les huîtres de la rivière de Vannes. Ces algues ont la forme d'outres qui se remplissent d'air à marée basse, et au retour du flot forment un flotteur assez puissant pour entraîner l'huître qui leur sert de support. — MM. Brocq-Rousseu et M. Piettre ont étudié les spores d'un champignon para-

sité des grains et fourrages, le *Sreptothrix Dassouvillei*. Ces spores ne contiennent ni chlore, ni soufre, mais sont riches en phosphore et contiennent aussi de la silice. — **M. J. Brunhes** montre que l'érosion glaciaire présente des aspects très divers et n'est pas encore parfaitement comprise. — **M. F. Dierent** estime que, dans le sol, en dehors des crues, c'est-à-dire pendant une période normale, les eaux souterraines sont minéralisées au maximum. L'étude du degré de minéralisation de ces eaux peut permettre de déterminer approximativement le périmètre d'alimentation des sources.

Séance du 5 Juin 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. G. B. Guocia** démontre un théorème nouveau sur les courbes algébriques planes d'ordre n , par lequel on parvient à l'invariant numérique n comme rapport anharmonique. — **M. Ch. Lallemand** donne une description du cercle azimutal à microscopes du Service technique du cadastre. — **M. Jean Mascart** propose un nouveau système de contrôle des horloges synchronisées électriquement.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. E. Bouty** tire de l'expérience de Hittorf sur la décharge dans les gaz raréfiés quelques conclusions nouvelles et montre, en particulier, que, quand la nature et l'état de la paroi sont identiques, la loi de Paschen généralisée est aussi bien applicable aux basses qu'aux hautes pressions. — **M. H. Ollivier** a étudié les propriétés des surfaces enfumées pour lesquelles l'angle de raccordement apparent de l'eau est nul. Le glissement à la paroi est nul. On observe, d'autre part, sur ces surfaces un réajaillement, très énergique et extrêmement régulier, des petites gouttes d'eau ou de mercure. — **M. de Forcrand** a déterminé les chaleurs de dissolution de la rubidine (+14,26 cal.), de la césine (+16,423 cal.), de la lithine (4,477 cal.) et de leurs hydrates (+3,702 cal., +3,431 cal. et +0,720 cal.) à 15°. — **M. G. Malfitano** établit que, dans le colloïde hydrochloroferrique, ce sont les portions les plus riches en Cl qui peuvent traverser une membrane de collodion. — **M. E. Vigouroux** a obtenu par l'action du chlorure de silicium sur le nickel : 1° un corps Ni₂Si, inconnu jusqu'à présent; 2° le corps Ni₃Si déjà étudié. — **M. V. Auger** a constaté qu'à froid ou à chaud, anhydre ou hydraté, le sulfate de cuivre est décomposé par l'alcool méthylique, qui s'empare d'une forte proportion d'acide sulfurique, avec formation de sel basique. — **M. E. Séverin**, en faisant réagir la diméthylaniline sur l'anhydride dibromophtalique, a obtenu l'acide diméthylamidobenzoylbenzoïque dibromé, F.249, dont il a préparé de nombreux dérivés. — **MM. A. Muntz et E. Lainé** ont constaté que des tourbes à des états de décomposition différents, divisées en fragments, mélangées de calcaire et ensemencées d'organismes vivaces, puis additionnées de sulfate d'ammoniaque, deviennent le siège d'une nitrification extraordinairement active. La température optima est de 30°. D'autre part, la distillation humide de la tourbe permet de retirer sous forme d'ammoniaque la presque totalité de l'azote qu'elle contient à l'état inerte. — **M. L. Bréaudat** a découvert dans l'eau d'alimentation de la ville de Saïgon un microbe chromogène violet (*B. violarius acetanicus*), qui possède la propriété de former de l'acétone en solution de peptone. — **MM. L. Lindet et E. Ammann** ont constaté dans le lait la présence d'un phospho-caséinate de chaux soluble. La présure ne porte son action que sur le phospho-caséinate en suspension colloïdale. — **M. P. Fauvel** a reconnu que la quantité de purines et d'acide urique endogènes est constante pour un même sujet suivant un régime alimentaire exempt de purines, qu'il soit d'ailleurs lacté, lacto-végétal ou strictement végétal.

3^o SCIENCES NATURELLES. — **M. P. Aohalme** a observé, à l'autopsie d'un tigre royal mort à la ménagerie du Muséum, des lésions de tuberculose pulmonaire, avec néoformation d'un épithélium pavimenteux stratifié aux dépens de l'épithélium des terminaisons bronchi-

ques. Cette réaction épithéliale a isolé le bacille tuberculeux de l'organisme en maintenant l'intégrité absolue du système lymphatique pulmonaire. — **M. F. Marceau** a reconnu que, pendant la vie, chez les Mollusques acéphales, les muscles adducteurs sont en état de distension constante avec contractions et relâchements intermittents. — **M. Ch. Gravier** a recueilli dans les sables vaseux de Djibouti un Aleyonnaire qui constitue un type nouveau de la famille des *Virgulariidae*. — **M. E. Hérouard** a observé un nouveau Copépode parasite d'*Amphura squamata*, il lui donne le nom de *Philichthys amphurae*. — **M. A. Guillaumond** a étudié au point de vue cytologique le *Bacillus radiocisus*. On ne peut y mettre en évidence un véritable noyau. La bactérie renferme une chromatine plus ou moins mélangée au cytoplasme, différenciée parfois à l'état de chromidies et se précipitant lors de la sporulation pour former la spore. — **M. A. Lacroix** décrit les avalanches sèches et les torrents boueux de l'éruption récente du Vésuve. Les premières ont creusé à la surface du cône des couloirs profonds qui ont favorisé la production des seconds à la suite des pluies tombées sur les hauteurs du volcan. — Le même auteur a observé, sur les blocs rejetés par la récente éruption du Vésuve, une grande quantité de cristaux de sylbite (chlorure de potassium); il a trouvé également un minéral nouveau, qui constitue un chlorure de potassium, de sodium et de manganèse. — **M. J. Brunhes** montre que les phénomènes du surcreusement glaciaire doivent être attribués aux eaux torrentielles sous-glaciaires.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Juin 1906.

MM. A. Mosso et Ehlers sont élus Correspondants étrangers dans la Division de Médecine.

A la suite du Rapport de la Commission de la Tuberculose, l'Académie émet à l'unanimité les vœux suivants : **A. Statistique.** La statistique des causes de décès ne peut offrir de garanties d'exactitude que si les déclarations sont faites par les médecins traitants. Ces déclarations ne peuvent être imposées que si des mesures sont prises pour assurer le secret médical. La statistique doit avoir pour base l'étiologie des maladies. Pour reviser dans ce sens la nomenclature des causes de décès, il convient d'attendre la réunion de la prochaine Conférence internationale de 1910. **B. Déclaration de maladies transmissibles.** La déclaration, obligatoire pour le médecin, doit l'être également pour le chef de famille, le logeur, les chefs de collectivité et d'établissements. **C. Lutte contre la tuberculose.** Le médecin traitant indiquera au malade et à son entourage les mesures à prendre pour prévenir la contagion. L'exercice du droit de déclarer les cas de tuberculose (décret du 10 février 1903) donne aux médecins traitants, aux familles et aux chefs de collectivité le moyen de provoquer la désinfection des locaux habités par un tuberculeux. Cette désinfection est particulièrement nécessaire en cas de décès ou de changement de domicile. Les conditions de développement et d'évolution de la tuberculose sont si différentes de celles des autres maladies transmissibles, qu'on ne saurait, pour combattre cette maladie, se contenter des mesures édictées par la loi du 15 février 1902. Il convient d'organiser cette lutte par une loi spéciale. **D. Désinfection.** L'Académie, se référant à son vote du 15 juin 1905, appelle l'attention des Pouvoirs publics sur la nécessité de faire fonctionner les services de désinfection prévus par la loi du 10 février 1902. — D'autre part, la coqueluche est ajoutée à la liste, dressée par l'Académie, des maladies dont la déclaration est obligatoire. — **M. A. Lacassagne** estime que l'Académie devrait s'associer à la revision actuellement en cours de notre Code civil et faire connaître son opinion sur un certain nombre de questions qui sont de sa compétence.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 26 Mai 1906.

M. E. Roubaud décrit deux Stomoxoyides nouveaux provenant du Sénégal, le *Hyperosia Thirouxii* et le *L. longipalpis*. — MM. P. Teissier et Ch. Esmein ont observé que, dans 11 cas sur 12 cas d'oreillons, le sérum des malades possède la propriété d'agglutiner le microcoque tétragène considéré comme l'agent de la maladie. — M. et M^{me} L. Lapicque ont constaté que le rapport des constantes de la loi d'excitation est le même dans l'excitation directe du muscle que dans l'excitation par le nerf moteur. — MM. R. Lépine et Bouldon ont reconnu que les globules blancs jouent dans la glycolyse un rôle plus actif que les rouges. — M. H. Vaquez montre que l'action de la trinitrine est très variable; son influence vaso-dilatatrice, prouvée par certains cas, peut faire défaut sur un grand nombre de sujets, même à dose forte. — MM. J. Bruckner et C. Cristéanu ont observé l'agglutination du méningocoque de Weichselbaum par un sérum gonococcique. — M. A. Lorand a constaté, à côté de l'action directe de la narcose sur les centres nerveux, une action importante de celle-ci sur la thyroïde et, par l'intermédiaire de cet organe, sur le système nerveux. — M. E. Maurel estime que l'étude physiologique d'un agent quelconque doit toujours commencer par la fixation des doses minima mortelles (pour chaque espèce animale et chaque voie d'administration), en rapportant la quantité employée au kilogramme d'animal. — M. H. Vallée a reconnu que les ganglions d'apparence normale, chez un sujet tuberculeux, ne sont pas sûrement indemnes d'infection, mais sont, au contraire, très souvent virulents. — M. Ch. Féré a constaté que l'association des mouvements des doigts augmente le travail du médus; l'alternance, au contraire, le diminue. — M. F. Battelli indique une nouvelle réaction très sensible de l'alcool et de l'aldéhyde : l'hépatocatalase, qui, additionnée de sulfate ferreux, a perdu en partie son pouvoir de décomposer H₂O₂, le recouvre en présence d'une faible quantité d'alcool ou d'aldéhyde. — MM. A. Gilbert et A. Lippmann ont étudié bactériologiquement les liquides d'ascite; ils sont toujours stériles en milieux aérobies et donnent des cultures dans 5 cas sur 15 en milieux anaérobies. — M. L. Rodriguez a observé les réactions déterminées par quelques bacilles du groupe *Coli-Eberth* sur la pomme de terre violette. Tous donnent la réaction ammoniacale verte du colibacille, mais avec des différences considérables d'intensité. — M. E. Fauré-Frémiet a découvert une nouvelle Vorticellide naegense, qu'il nomme *Opisthotea Hennequyri*; elle s'enkyste très facilement. — M. H. Iscovesco a reconnu qu'il existe dans le plasma deux globulines : l'une, électro-négative, coagulant à 33°; l'autre, électro-positive, coagulant vers 72°. Le fibrinogène ne se différencie en rien de la fibrine. — MM. Girard et V. Henri ont obtenu l'anesthésie du poule en le plaçant dans l'eau de mer contenant un peu de chloroforme. Le sang contient alors 5 à 6 milligrammes de chloroforme pour 100 grammes, soit dix fois moins que chez le chien. — M. G. Rosenthal décrit les étapes de l'évolution du bacille d'Achalme (*B. perfringens*) rendu aérobie; il perd entièrement ses propriétés biologiques et chimiques. — MM. G. Leven et G. Barret ont constaté, par l'examen radioscopique, que, chez l'adulte normal, la direction de l'œsophage est nettement verticale, tandis que, chez le nourrisson, elle est transversale. — MM. H. Lamy, A. Mayer et F. Rathery n'ont pu, dans aucun cas, mettre en évidence une différence quelconque entre les glomérules du rein normal et ceux du rein en état d'hypersécrétion. — MM. H. Lamy et A. Mayer estiment que la sécrétion urinaire se fait en deux temps : 1° transsudation à travers l'endothélium du réseau capillaire vers les espaces intertubulaires; 2° sécrétion par l'épithélium rénal plongé dans ce transsudat.

Séance du 2 Juin 1906.

M. J. Baylac a constaté que le tabac, sous forme d'infusion et de macération, exerce, chez les animaux, une action nocive sur les parois artérielles et produit, au niveau de l'aorte, des lésions rappelant celles de l'athérome de l'homme. — MM. A. Gilbert et P. Le-reboullet ont observé une maladie atteinte d'ictère chronique léger, mais net, dont l'apparition est nettement consécutive à la fièvre typhoïde. — M^{me} Z. Gatin-Gruzewska montre que la disparition du glycogène dans le foie et dans le muscle à la suite d'injections d'adrénaline dépend de la dilution de cette dernière. — MM. J. Bruckner et C. Cristéanu ont réussi à exagérer la virulence du gonocoque pour le lapin après de nombreux passages dans le corps de cet animal; ses propriétés biologiques ne changent pas. — MM. O. Josué et C. Alexandrescu ont reconnu que la néphrite intersti-tielle est la conséquence directe de l'artério-sclérose; elle survient quand les artérioles et les capillaires du système glomérulaire sont atteints, ce qui amène la suppression fonctionnelle du glomérule avec atrophie consécutive des tubes. — MM. Bierry et Gaja n'ont pas trouvé, chez les animaux supérieurs, de ferments capables d'hydrolyser la mannogalactane retirée de la graine de luzerne; par contre, le suc sécrété par l'hépatopancréas de l'escargot est capable de transformer cette mannogalactane en mannose et galactose. — M. H. Vaquez a constaté que la trinitrine fait disparaître le plateau caractéristique de certains tracés, plateau qui indique un état de rigidité des parois artérielles avec tension élevée. — M. F. E. Moscoso déduit de ses expériences que la décomposition de H₂O₂ par les macérations d'organes ne semble pas due à un ferment spécial (catalase). — M. H. Iscovesco a trouvé dans l'urine normale humaine un colloïde électro-négatif; l'urine diabétique renferme un colloïde électro-positif. — M. E. Hédon montre que l'appareil vasculaire du larynx doit être soumis à l'action du système nerveux ganglionnaire périphérique, comme celui de la région bucco-faciale. — M. E. Maurel estime que la fixation des doses minima mortelles est utile pour rechercher la véritable cause de la mort et pour faire connaître les éléments anatomiques de sensibilité et de toxicité. — M. G. Rosenthal décrit les étapes de transformation du vibron septique rendu aérobie et indifférent. — M. A. Mayer a constaté que la concentration moléculaire du sang est fixe chez le Poule et se rétablit, quand on l'a troublée, en partie grâce à l'action du rein. — M. Ch. François-Franck décrit la technique qu'il emploie dans les explorations graphiques et dans la prise de vues photo- et chronophotographiques pour l'étude de la mécanique respiratoire des Poissons téléostéens. — Le même auteur a noté l'existence d'une contractilité dans l'appareil pulmonaire de la Tortue terrestre. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild ont observé, sur une centaine de malades soumis à la médication thyroïdienne, l'augmentation de la faim et de la sensation de faim dans vingt et un cas.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 23 Mai 1906.

M. Daniel Berthelot rappelle que la méthode des conductibilités électriques se prête fort bien à l'étude des équilibres des sels en solution aqueuse. Dès 1888, M. Bonty, dans un Mémoire paru aux *Annales de Chimie*, a déterminé les proportions de bisulfate formé dans les mélanges de sulfate neutre et d'acide sulfurique, et mesuré les effets de la dilution, de la température et des excès de l'un ou l'autre des constituants. Ces expériences confirment les résultats de la Thermochimie et permettent de les étendre à des liqueurs très étendues. Dans des expériences publiées aux *Comptes rendus* de 1889 à 1891 et aux *Annales* de 1891 à 1893, M. D. Berthelot a étudié de même les sels acides, neutres ou basiques d'un grand nombre d'acides minéraux ou

organiques. La conductibilité d'un mélange ne peut se calculer par une règle de simple proportionnalité que s'il s'agit de corps bons conducteurs (sels neutres, acides minéraux ou bases fortes) en solution étendue. Pour les acides ou bases organiques, même très dilués, il faut tenir compte de la variation de conductibilité avec la dilution. On trouve ainsi que l'addition d'un sel neutre à un acide peut accroître ou diminuer sa conductibilité, selon la concentration; et qu'il existe en général une concentration pour laquelle la conductibilité ne varie pas: ainsi, dans la neutralisation de l'acide benzoïque à 0,01 équivalent par litre par la potasse au même titre, on peut ajouter jusqu'à 50 % de sel neutre à l'acide sans accroître sensiblement la conductibilité du mélange, bien que la conductibilité du benzoate dépasse de 70 % celle de l'acide. Le point d'inversion se rencontre dans des solutions d'autant plus concentrées que l'acide est meilleur conducteur. Dans le cas de l'acide sulfurique, examiné par M. HOLLARD, le phénomène se complique de la formation partielle de bisulfate acide, et même, si l'on opère avec des liqueurs très concentrées comme l'a fait M. Boissard, de l'existence des hydrates définis d'acide sulfurique. En règle générale, le sel neutre d'un acide polybasique est stable, les sels acides instables, en dissolution; mais il existe des exceptions: c'est ainsi que le sel neutre et le sel acide de l'acide aspartique sont tous deux stables; par contre, le sel neutre de l'acide phosphorique est instable et les sels acides stables. L'influence réciproque de deux fonctions chimiques suivant leur position dans une même molécule est mise en évidence par l'étude des sels acides des acides maléique et fumarique, par exemple, ou bien des acides itaconique, mésoconique et citraconique, ainsi que par l'étude des sels basiques de l'acide salicylique et de ses isomères. — M. CH. MOUREU entretient la Société de ses recherches sur les gaz rares des sources thermales. Après avoir rappelé que divers auteurs (Lord Rayleigh et sir W. Ramsay, Bouchard et Proost, Moureu, Bonchard et Desgrez, Dewar, Moissan, Armand Gautier, etc...) ont déjà étudié à ce point de vue quelques mélanges gazeux naturels, M. Moureu montre comment cette question, principalement en ce qui touche l'hélium, se rattache au phénomène de la radio-activité; il décrit sommairement la technique de ses expériences, et expose ensuite les résultats généraux auxquels il est arrivé. L'auteur a étudié 43 sources, appartenant à des régions diverses de la France et de l'Etranger. Dans une première série d'expériences, il a dosé en bloc les gaz rares (argon, hélium, néon, crypton, xénon). Les teneurs observées sont très variables, mais elles suivent assez régulièrement les proportions d'azote. En général, la proportion globale des gaz rares est comprise entre 1 et 1,5 % de celle de l'azote. Certaines sources dépassent notablement cette moyenne; dans deux sources de Bourbon-Lancy, on a trouvé 2,8 et 2,9 %, et, à Maizières, la proportion globale des gaz rares atteint le chiffre exceptionnellement élevé de 6,35 %. En ce qui concerne la nature même des gaz rares existant dans les sources thermales, M. Moureu, par le seul examen spectroscopique direct du mélange global, a reconnu la présence de l'argon dans 43 sources étudiées, et celle de l'hélium dans 39 sources. Il ne doute pas, d'ailleurs, de la présence de l'hélium dans toutes les sources, et il considère que les 4 sources où il n'a pas encore mis en évidence l'hélium en renferment une proportion trop faible pour la sensibilité de la méthode de recherche suivie. On peut donc admettre comme établie la présence générale de l'hélium dans les sources thermales. On sait, d'autre part, que le radium (Ramsay et Soddy) et l'actinium (Debierne) engendrent spontanément de l'hélium, et que ces deux corps et leurs émanations sont plus ou moins répandus partout dans la substance de la terre. L'hélium, issu du radium ou de l'actinium, doit donc se rencontrer dans la généralité des gaz souterrains, ce qui est en accord complet avec les expériences de l'auteur.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Mars 1906.

M^{lle} J.-E. Lane-Claydon et M. E.-H. Starling: *Recherche expérimentale des facteurs qui déterminent la croissance et l'activité des glandes mammaires.* Les expériences des auteurs montrent que la croissance des glandes mammaires pendant la grossesse est due à l'action d'un stimulus chimique spécifique produit dans l'œuf fertilisé. La quantité de cette substance augmente avec la croissance du fœtus et, par conséquent, est plus considérable pendant la dernière moitié de la grossesse. La lactation est due à la disparition de cette substance, qui doit être considérée, par conséquent, comme exerçant une influence inhibitoire sur les cellules de la glande, arrêtant leur activité sécrétoire et favorisant leur croissance. Il est probable que la substance spécifique est diffusible et résiste à la température de l'ébullition. Cependant, les auteurs ne donnent pas ces conclusions comme établies d'une façon certaine. Une conclusion formelle pourra seulement être donnée par une recherche entreprise dans des conditions plus favorables. Les auteurs désiraient avoir à leur disposition une ferme et 500 lapins, afin de pouvoir disposer chaque jour d'une grande quantité de lapines qui seraient dans le milieu de la grossesse. — MM. W. Bulloch et G.-T. Western: *Spécificité des substances opsoniques dans le sérum sanguin.* On a trouvé un degré relativement élevé de spécificité pour la plupart des anti-corps qui existent dans les sérums immunisants; dans le sérum normal, la preuve de la spécificité est souvent difficile à établir par le fait que les anti-corps ne sont généralement présents qu'en faible quantité. Les expériences des auteurs se rapportent à la spécificité des substances opsoniques des sérums normaux et immunisants. Celles-ci, découvertes par Wright et Douglas, agissent sur les bactéries de telle façon que ces dernières deviennent une proie facile pour les phagocytes. Voici les conclusions des auteurs: 1° Lorsque les staphylocoques sont mis en contact avec le sérum normal humain et ensuite éloignés par la centrifugation, le sérum perd son pouvoir opsonique vis-à-vis du staphylocoque, quoique le pouvoir opsonique pour le *Bacterium pyocyaneum* soit préservé; 2° Le contact du sérum normal humain avec les bacilles tuberculeux laisse presque intact le pouvoir opsonique de ce sérum pour les staphylocoques, tandis que le pouvoir opsonique pour les bacilles tuberculeux disparaît complètement; 3° Le contact du sérum normal humain avec les staphylocoques laisse presque intact le pouvoir opsonique de ce sérum pour les bacilles tuberculeux, tandis que le pouvoir opsonique pour le staphylocoque disparaît complètement; 4° L'inoculation d'un être humain par la tuberculine produit une augmentation quantitative de l'opsonine tuberculeuse, tandis que la quantité d'opsonine staphylococcique n'est pas altérée; 5° L'inoculation d'un être humain avec de la vaccine staphylococcique produit une augmentation quantitative de l'opsonine staphylococcique, tandis que la quantité de l'opsonine tuberculeuse est inaltérée. — M. F. Tulloch: *L'anatomie interne du Stomoxys.*

Séance du 8 Mars 1906.

M. Allan Macfadyen: *Sur les propriétés d'un sérum antityphoïde obtenu avec une chèvre:* 1° L'injection intra-veineuse d'une chèvre avec les sucs cellulaires toxiques du *B. typhosus* (obtenus dans les conditions décrites dans le Mémoire) en faibles doses, soigneusement réglées, provoque la production d'une antidoitoxine; 2° la valeur antidoitoxique, autant que cela a pu être prouvé, atteint un point auquel 1/50 c.c. de sérum neutralise 30 doses mortelles du suc cellulaire typhoïde toxique. Cette action n'a pu être démontrée avec 3 c.c. de sérum normal de la chèvre et a été obtenue après environ quatre mois de traitement de celle-ci. Les résultats, après une méthode rapide d'immunisa-

tion, sont meilleurs chez la chèvre et le lapin que ceux obtenus par le Dr Besredka, au cours de deux années, avec des bacilles morts et vivants, chez le cheval et le cochon d'Inde; 3° Le sérum est agglutinant pour le *B. typhosus*, même à la dose de 1/1.000.000; 4° Le sérum est aussi bactériolytique, 1/10.000 de c. c. e., neutralisant 10 doses mortelles du *B. typhosus*; 5° Le sérum ne donne pas une réaction de précipitation avec les sucs cellulaires typhiques; 6° Tandis que le sérum neutralise l'endotoxine typhique, il ne neutralise pas l'endotoxine cholérique. Les nouvelles recherches de l'auteur auront pour but de prouver s'il est possible d'obtenir des résultats analogues avec le cheval. Des résultats semblables ont été obtenus indiquant la production d'un anticorps pour l'endotoxine de l'organisme du choléra. — **M. R. D. Keith** : *Sur le rapport entre l'hémolyse et la phagocytose des cellules rouges du sang*. L'auteur est arrivé à la conclusion que la phagocytose des cellules rouges du sang ne dépend pas de la présence de l'ambocyté hémolytique, puisque : 1° La substance qui produit la phagocytose est partiellement détruite par la chaleur, tandis que l'ambocyté hémolytique est entièrement thermostable; 2° L'ambocyté hémolytique peut être présent en grande quantité dans le sérum hémolytique sans produire la phagocytose, malgré le contact prolongé de l'ambocyté avec les cellules rouges sanguines. M. Dean a émis l'hypothèse que la phagocytose peut être causée par un complément agissant par le moyen d'un ambocyté, et que la destruction partielle par la chaleur de la propriété du sérum d'induire la phagocytose peut être due à la destruction du complément, tandis que l'ambocyté, même en l'absence du complément, peut encore être capable de produire la phagocytose. Quoiqu'il soit difficile d'infirmer directement cette théorie, le complément étant détruit à la même température que la partie thermostable de la substance produisant la phagocytose, elle paraît pourtant peu soutenable pour les raisons suivantes : 1° Cette action n'est pas semblable à celle d'autres ambocytés, par exemple celui de l'hémolyse. Si l'on détruit le complément d'un sérum hémolytique par la chaleur, il n'y a pas d'hémolyse, malgré la présence d'un ambocyté en grande quantité; 2° L'ambocyté hémolytique peut être présent en grande quantité dans un sérum dilué sans que le sérum ait le pouvoir de produire la phagocytose, même lorsque la méthode d'essai de Dean est employée; 3° Dans les expériences de dilution rapportées dans le Mémoire, l'auteur montre que l'on peut diluer le complément jusqu'au point d'abolir l'hémolyse, et alors un tel sérum a un plus grand pouvoir « opsonique » à cette dilution qu'à la même sérum lorsqu'il est chauffé et employé dans des dilutions correspondantes. — **M. H. W. Mott** : *Changements microscopiques dans le système nerveux dans un cas de dourine ou mal de coit chronique, et comparaison de ceux-ci avec les alterations observées dans la maladie du sommeil*. On sait que la dourine est due à une forme spécifique de trypanosome qui a le pouvoir de pénétrer la membrane muqueuse; elle affecte les chevaux et se transmet, comme la syphilis, par le coit. L'auteur a eu l'occasion d'examiner les tissus nerveux d'un étalon arabe atteint de cette affection et décédé au bout de deux ans et demi. Une comparaison de ces tissus avec ceux d'animaux infectés par le *Trypanosoma Gambiense* et avec les tissus nerveux d'hommes morts de maladie du sommeil chronique spécialement de ceux qui ne présentent pas d'infection microbienne terminale ou secondaire, montre que l'infection trypanosomienne prolongée produit, dans ces trois genres de cas, une prolifération et une hypercroissance marquées des tissus névrotiques subapiaux, septaux et périvasculaires. Une inflammation interstitielle chronique des structures du tissu conjonctif avec une infiltration de lymphocytes se manifeste; elle est due à la présence d'un agent irritant dans le système lymphatique, lequel, dans le cas de la dourine, partant du siège de l'infection

primaire, s'étend aux glandes inguinales, puis probablement par les lymphatiques pelviques au plexus lombo-sacré, et des racines lombo-sacrées postérieures au système nerveux central; par suite, la partie inférieure de la corde spinale, spécialement la colonne postérieure, est la première et la plus affectée.

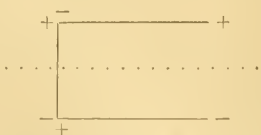
Séance du 15 Mars 1906.

M. C. Chree présente une discussion sur les observations de potentiel atmosphérique faites à Kew pendant les jours de beau temps de 1898 à 1904. Les jours de pluie ou de potentiel négatif ont été exclus. Les courbes diurnes présentent toutes deux maxima et deux minima distincts; les minima ont toujours lieu vers quatre heures du matin et deux heures de l'après-midi; les heures des maxima sont plus variables, mais l'intervalle de jour entre les deux est plus long en été qu'en hiver. Le gradient de potentiel moyen le plus élevé se présente en décembre. Tandis que l'amplitude de l'inégalité diurne est maximum au milieu de l'hiver, son rapport à la valeur journalière moyenne est alors minimum. Les inégalités diurnes pour les divers mois ont été analysées au moyen de la série de Fourier à quatre périodes. Le terme de douze heures est, en général, le plus important; ses variations d'amplitude et d'angle de phase pour toute l'année sont relativement faibles. Le terme de vingt-quatre heures est plus fort en hiver qu'en été, et son angle de phase varie beaucoup. Parmi les éléments météorologiques, la température est celui qui a le plus d'influence sur le potentiel; un potentiel moyen élevé et une forte variation diurne de potentiel sont associés à une basse température pour chaque mois de l'année, excepté pour le plus chaud (juillet). — **M. D. Clerk** : *Sur la chaleur spécifique, le flux de chaleur et d'autres phénomènes du fluide en travail dans le cylindre des moteurs à combustion interne*. Les expériences ont été faites sur un moteur à gaz de 60 chevaux-vapeur au frein, de construction spéciale; la méthode a consisté à comprimer et dilater alternativement les gaz portés à une haute température à l'intérieur du cylindre, tandis que le refroidissement se poursuit, et à observer par l'indicateur les chutes successives de pression et les courbes de compression et d'expansion de révolution en révolution. Au moyen de 200 tracés d'indicateur pris dans des conditions diverses, l'auteur a calculé : 1° une courbe de chaleur spécifique apparente du contenu gazeux à volume constant entre 200° et 1.500° C.; 2° les courbes de pertes de chaleur cédée aux parois environnantes; 3° la distribution de la chaleur dans le cycle de travail. On constate que la chaleur spécifique apparente à volume constant augmente de 22 livres-pied par pied cubique à 200° C. à 27,4 livres-pied à 1.500° C. Les courbes de perte de chaleur montrent que, pour des différences de température égales, la perte de chaleur par unité de surface exposée augmente avec la densité; la température moyenne des parois du cylindre varie, à pleine charge, de 190°C. pour une course entière à 400°C. pour une course de trois dixièmes. L'auteur suggère la détermination de la chaleur spécifique des gaz chauffés par de fortes compressions pour éviter les complications introduites par la combustion. Ainsi le degré de perte d'une masse à 1.000°C. aux parois relativement froides du cylindre est moindre que le degré d'augmentation de chaleur par le travail accompli dans le piston, de sorte que la température de la flamme, pendant la première compression, s'élève de 1.000° à environ 1.300°C. L'auteur estime que les expériences de Mallard et Le Chatelier ne permettent pas de tracer une courbe de chaleurs spécifiques.

Séance du 22 Mars 1906.

M. J. Milne expose devant la Société les progrès récents de la *Séismologie*. En terminant, il attire spécialement l'attention sur les mouvements continus des pendules horizontaux qui se prolongent souvent pendant plusieurs heures, et qui sont considérés généra-

lement comme des perturbations microscismiques. L'étude attentive de ces phénomènes l'amène à penser qu'il se produit sur toute la face du globe des distorsions superficielles diurnes qui varient en grandeur et en direction, et que la pluie est accompagnée par des changements mesurables dans la pente de certaines vallées. — **M. G. Marconi** : *Sur les méthodes par lesquelles l'émission d'ondes électriques peut être en grande partie confinée à certaines directions et par lesquelles la réceptivité d'un récepteur peut être restreinte aux oscillations électriques émanant de certaines directions*. Lorsqu'un fil horizontal isolé AB est relié par une de ses extrémités A à une sphère d'un éclateur, dont l'autre sphère est mise à la terre, et qu'on fait passer des étincelles entre les deux sphères, on constate, en explorant l'espace qui entoure un oscillateur de cette nature, que les radiations émises atteignent un maximum dans le plan vertical qui contient le fil horizontal AB et procèdent principalement de l'extrémité A qui est reliée à l'éclateur, tandis que la radiation est nulle, ou atteint un minimum, dans des directions qui font approximativement un angle de 100° avec la direction de l'effet maximum. L'auteur a encore observé qu'un conducteur horizontal d'une longueur suffisante, placé sur la surface du sol ou à une faible distance au-dessus, et relié à la terre à l'une de ses extrémités par l'intermédiaire d'un détecteur convenable, ne reçoit des ondes avec une efficacité maximum que lorsque le transmetteur est situé dans le plan vertical renfermant ce conducteur-récepteur horizontal et dans une direction telle que l'extrémité reliée au détecteur et au sol soit pointée vers la station transmettrice. En se basant sur ces constatations, l'auteur a fait un certain nombre d'essais de télégraphie sans fil en employant les dispositifs suivants : 1° Conducteurs transmetteurs consistant en fils horizontaux, dont les radiations sont reçues à distance par des antennes verticales ordinaires syntonisées ; 2° Conducteurs transmetteurs et récepteurs consistant tous deux en fils horizontaux ; 3° Conducteurs transmetteurs consistant en une ou plusieurs antennes verticales dont les radiations sont reçues par des conducteurs récepteurs horizontaux. Dans tous les cas, lorsque la direction du fil horizontal transmetteur ou récepteur s'écarte de la ligne qui joint les deux stations, les signaux diminuent d'amplitude pour cesser complètement pour des angles variant de 20° à 90°. L'auteur poursuit ses expériences sur ce sujet. — **M. J. A. Fleming** : *Note sur la théorie des antennes directrices ou des oscillateurs hertziens non symétriques*. Un oscillateur électrique droit et court (ou doublet) rayonne d'une façon parfaitement symétrique tout autour de son axe. Cette égalité est détruite quand on recourbe l'oscillateur, et il rayonne alors inégalement dans différentes directions prises dans son plan équatorial ou de symétrie passant par le centre : la radiation est un peu plus grande ou plus forte du côté convexe de l'oscillateur. L'auteur étudie théoriquement la question dans le cas particulier d'un oscillateur coudé formé par la superposition de trois doublets électriques de Hertz placés à angle droit, les pôles étant disposés de telle façon qu'aux deux coins des pôles de signes opposés soient superposés, les oscillations étant partout synchrones et similairement dirigées :



Il passe de là au cas d'un seul oscillateur doublement coudé de même forme et il arrive à des résultats qui concordent avec ceux qu'a observés M. Marconi dans ses expériences. On peut admettre que, tandis qu'un

oscillateur vertical droit, mis à la terre par son extrémité inférieure, rayonne également dans toutes les directions horizontales ou azimutales, le résultat du coupage de l'antenne, opéré de façon qu'une partie devienne horizontale, se traduit par une radiation moins vigoureuse dans la direction suivant laquelle l'extrémité libre pointe que dans la direction opposée et par la création d'une radiation minimum dans deux autres directions également inclinées sur la direction de radiation maximum. L'asymétrie de la radiation dans le plan équatorial ne dépend pas de la longueur d'onde absolue, mais du rapport de celle-ci à la distance du récepteur et de la proportion entre les portions verticale et horizontale de l'oscillateur.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

[Séance du 25 Mai 1906.]

M. J. S. Dow étudie le phénomène de couleur dans la photométrie. On s'est souvent demandé s'il est physiologiquement possible de comparer des lumières de différentes couleurs ; pour l'auteur, c'est surtout une affaire de pratique. Une grande difficulté provient du fait que la portion centrale de la rétine est plus sensible au rouge et moins sensible au vert que la partie avoisinante ; aussi, en photométrant des lumières de différentes couleurs, on trouve des différences énormes en faisant varier la distance de l'œil à l'écran du photomètre ou en employant des photomètres différents. L'auteur montre que le phénomène de Purkinje, généralement considéré comme une grande cause d'incertitude dans le travail ordinaire, ne devient perceptible qu'aux très faibles illuminations et avec de grands champs de vue. L'effet de Purkinje peut être expliqué physiologiquement par l'action des bâtonnets et des cônes sur la rétine ; sa faiblesse, pour les petits champs, vient de ce que la portion centrale de l'œil ne contient pratiquement que des cônes et pas de bâtonnets. — **M. S. Skinner** décrit une lampe à arc automatique de forme simple, qui peut être construite par un amateur à peu de frais. Un tube de laiton vertical, supporté par un châssis en bois, porte le charbon supérieur, qui peut être levé ou abaissé à la main et fixé en position quelconque. Le charbon inférieur passe dans un tube de laiton creux, à la partie inférieure duquel est fixé un plongeur en fer. Le plongeur est entouré d'un solénoïde d'une seule couche de fil de cuivre n° 14 ; le plongeur s'enfonce dans une petite boîte de mercure et flotte verticalement au moyen d'un collier de laiton et des extrémités arrondies de trois pointes formant un triangle équilatéral. Le courant arrive au charbon supérieur par le cylindre de laiton, passe à travers le charbon inférieur dans le mercure et arrive au solénoïde. Pour amorcer l'arc, on élève à la main le charbon inférieur jusqu'à ce qu'il touche le supérieur, puis on laisse le plongeur s'enfoncer dans le mercure jusqu'à ce que l'attraction du solénoïde balance la perte de poids dans le mercure. Avec des courants de 2 à 6 ampères, la lumière est très stable. — **M. H. A. Wilson** donne les formules exactes indiquant la quantité d'électricité qui passe à travers les différents types de galvanomètres ballistiques d'usage courant. Les formules sont différentes pour chaque type, mais elles se réduisent toutes à une même formule pour un angle de déviation très petit. — **M. A. Campbell** présente un galvanomètre bifilaire sans déplacement du zéro. Les deux fils de la suspension sont distants de 1 centimètre et la déviation totale peut être maintenue pendant plusieurs heures sans causer un déplacement du zéro de 1/2.000.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

[Séance du 17 Mai 1906.]

MM. E. C. C. Baly et **W. B. Tuck** ont constaté, par l'examen spectroscopique des phénylhydrazones de la formaldéhyde, de l'acétaldéhyde, de la propylaldéhyde,

de l'acétone et de la diéthylcétone, que tous ces composés existent sous deux formes, la vraie hydrazone $C^6H^5.Az:Az.CH_3$, et la forme azoïque, $C^6H^5.Az:Az.ClH^3$. La dernière est la plus stable et tous ces composés passent sous cette forme sous l'influence de la lumière, excepté la phénylhydrazone de la formaldéhyde, qui se polymérise. Tous les composés azoïques sont fortement colorés, par suite de l'isomérisation entre les atomes d'Az non saturés et le noyau benzénique. L'étude du spectre d'absorption des hydrazones des trois nitrobenzaldéhydes isomères montre que la couleur de ces substances n'est pas due à leur existence sous forme azoïque, mais sous forme quinoïdique. — **M. J. T. Nance** a observé que l'accélération de la rouille du fer sous l'influence d'une solution de chlorure d'ammonium a lieu avec dégagement d'hydrogène et mise en liberté d' AzH^3 ; le fer passe en solution à l'état ferreux et n'est pas précipité en l'absence d'air. La rouille paraît être due à l'action (surtout catalytique) des ions H^+ . — **MM. A. W. Crossley et J. S. Hills**, en faisant réagir PCl^3 sur la triméthylhydrosorbose, ont obtenu le 3 : 5-dichloro-1 : 1 : 2-triméthyl- $\Delta^{2,4}$ -dihydrobenzène, $Eq. 118^{\circ} - 119^{\circ}$, et le 3 : 5-dichloro-1 : 2 : 6-triméthylbenzène, $F. 76^{\circ} - 5$. Ce dernier est converti par oxydation en acide dichlorobenzimidazole, cristallisant avec $2H^2O$, $F. 226^{\circ} - 227^{\circ}$ avec transformation en son anhydride. — **MM. T. M. Lowry et T. H. Magson** ont mesuré la solubilité d'une vingtaine de dérivés sulfoniques du camphre, soit seuls, soit en présence d'un alcali. La plupart, dérivés de l' α -bromo- et de l' α -chlorocamphre, présentent une augmentation de solubilité en présence d'alcali. La camphosulfonamide présente une diminution de solubilité et se convertit en anhydramide. — **MM. J. K. H. Inglis et J. E. Coates** ont déterminé les densités de l'azote et de l'oxygène liquides et d'un certain nombre de leurs mélanges aux températures absolues de $71^{\circ} - 7$ et $79^{\circ} - 07$. Le mélange des deux liquides se produit avec une légère contraction, qui augmente quand la température s'élève. La solubilité de l'azote dans l'oxygène obéit à la loi de Henry, mais non la solubilité de l'oxygène dans l'azote, l'oxygène dissous étant associé dans la proportion d'environ 9 %. — **MM. H. Rogerson et J. F. Thorpe** répondent aux critiques de S. Ruhemann sur leurs travaux relatifs aux acides glutoniques et aconitiques. — **M. A. E. Dixon**, en faisant réagir les composés $R.CO.CAzS$ avec les bases azotées primaires, a observé des différences marquées suivant la nature du radical hydrocarboné R. Si R est aromatique, ces composés se comportent en général comme des thiocarbimides et s'unissent à la base pour former une thiocarbamide bisubstituée symétrique : $R.CO.AzCS + H^3AzH^3 = RCO.AzH.CS.AzH^3$. Si R est gras, la réaction varie suivant la température et la nature de la base; les produits liiaux contiennent à la fois la thiocarbamide bisubstituée et un mélange d'amide substituée et d'acide thiocyanique provenant de la réaction : $R.CO.SCAz + R^3AzH^3 = RCO.AzHR^3 + H^3SCAz$. L'interposition d'un atome d'O entre le radical R et le groupe $CO(CAzS)$, quand le premier appartient à la série aliphatique, augmente le pouvoir thiocarbimidique de la molécule résultante. — **M. G. G. Henderson**, en dissolvant les anhydrides molybdiques et tungstiques dans des solutions de lactate d'ammonium chauffées au bain-marie, a obtenu par refroidissement une cristallisation de molybdilactate d'ammonium $MoO^4(C^6H^5O^3AzH^3)^2$ et de tungstilactate d'ammonium $TuO^4(C^6H^5O^3AzH^3)^2$, cristaux incolores, très solubles dans l'eau.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 25 Mars 1906.

M. F. Platten fait une comparaison des méthodes anglaises et américaines pour le raffinage et la fabrication du cuivre. Il conclut à la supériorité des méthodes

américaines, qui travaillent avec des fours beaucoup plus grands et produisent une substance plus pure et plus uniforme. Il semble que les Etats-Unis resteront le grand centre de progrès et de développement de l'industrie du cuivre.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 6 Avril 1906.

M. J. J. Royle étudie le problème de la purification des eaux par le procédé à la chaux et à la soude au point de vue mécanique. Il envisage successivement : 1° les moyens d'introduire les réactifs (chaux et soude) en quantité déterminée, d'une façon régulière et sûre; 2° la chambre de réaction dans laquelle les réactions chimiques ont lieu; 3° les méthodes de clarification de l'eau traitée. Il décrit ensuite le purificateur Reiser, qui réalise actuellement de la façon la plus parfaite tous les desiderata exprimés. — **M. W. B. Hart** signale le fait curieux de la perforation d'une feuille de plomb de 3,2 millimètres d'épaisseur, d'une chambre à acide sulfurique en construction, par un insecte qui semble être le *Sirex gigas*, qui s'était développé dans le bois supportant le plomb, où il avait probablement été déposé à l'état d'œuf. Cette perforation ne peut être produite par la larve, mais seulement par les mandibules de l'insecte à l'état parfait. Comme l'insecte parfait perce toujours le bois en allant du côté du centre vers le côté de l'écorce, on peut éviter tout dégât, dans le cas des chambres de plomb, en disposant le revêtement en bois de telle façon que le côté de l'écorce soit à l'extérieur et que l'insecte qui peut se trouver dans le bois s'échappe à l'air libre. Le goudronnage du bois du côté du plomb n'empêche pas l'attaque de ce dernier par l'insecte, ni l'interposition d'une feuille de zinc. Seul un mélange de goudron de houille et d'huile de créosote, formant une couche pâteuse épaisse, peut arrêter l'insecte en empiétant ses mandibules.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 27 Mars 1906.

M. H. Dunlop montre que la recherche de la graisse de bœuf dans le lard est un problème beaucoup plus difficile qu'on ne l'imagine généralement. L'auteur propose de faire cristalliser de l'éther la substance à examiner, et d'observer au microscope, sous un grossissement de plus de 100 diamètres, les cristaux recristallisés plusieurs fois.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 9 Février 1906.

M. H. Rubens présente un Mémoire relatif à la température des manchons Auer. Les recherches dernièrement publiées par l'auteur lui avaient permis, entre autres, de calculer le pouvoir d'émission approximatif des manchons incandescents, comme fonction de la longueur d'onde. Après avoir déterminé par l'expérience la distribution d'énergie dans le spectre du manchon incandescent, M. Rubens avait évalué le rapport entre la radiation totale du manchon et celle d'un corps absolument noir, de dimensions et de structure identiques et se trouvant à une température donnée quelconque. Ayant ensuite estimé, au moyen de diverses méthodes, la température d'incandescence du manchon, il déterminait, à l'aide de la loi de Stefan, ce même rapport pour un manchon et un corps noir à température égale. Lorsque enfin on superpose la courbe d'énergie expérimentale du manchon sur celle du corps noir à même température (calculée au moyen de la formule de Planck), de façon que les aires des deux courbes soient entre elles comme les radiations totales de ces deux sources de radiations, le pouvoir d'émission, pour chaque longueur d'onde donnée, sera égal au rapport des ordonnées des deux courbes. En présence des critiques de cette méthode d'estimation des températures,

formulées par certains savants, l'auteur fait voir que ces critiques ne peuvent avoir été provoquées que par un malentendu dû à une omission de sa part. Il discute par le menu les considérations sur lesquelles sa méthode est basée. Il appelle aussi l'attention sur l'accord existant entre ses travaux et les recherches de M. Ch.-Ed. Guillaume, publiées ici même en décembre 1901, recherches qui lui avaient échappé lors de leur première publication. — **MM. W. Ernst et H. von Wartenberg** rendent compte de leurs recherches sur les points de fusion du platine et du palladium. La nécessité de déterminer des points fixes supérieurs à la température de fusion de l'or se fait surtout sentir dans l'évaluation des températures élevées, si importante pour les études d'équilibres chimiques dans les gaz. Les présentes recherches ont été faites sur la base de la théorie des rayonnements, au moyen d'un pyromètre de Wanner dans un four en iridium. Voici les valeurs définitives trouvées par les auteurs : Or, $1,064^{\circ}$; platine, $1,743^{\circ}$; palladium, $1,541^{\circ}$.

Séance du 23 Février 1906.

MM. R. Wachsmuth et A. Kreis ont étudié la production des sons dans les tuyaux d'orgues. Les auteurs trouvent que les sons engendrés par le mouvement pendulaire d'une lamelle d'air ne se bornent pas aux lamelles affectant la forme d'un coin; ce groupe de sons exempts de résonance est, au contraire, d'une importance très générale. La production des sons dans les flûtes labiales et dans tous les instruments sonores construits suivant un type analogue, s'explique parfaitement sur la base de la théorie des sons de languette. Les autres déplacements de l'air se produisant dans la flûte ne jouent qu'un rôle secondaire. — **M. H. Rubens** vient de construire un appareil pour déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur. L'emploi d'appareils de différents systèmes lui avait fait voir que la difficulté principale réside dans l'évaluation du travail à convertir en chaleur. Aussi s'est-il proposé de remédier à cet inconvénient. Le vase calorimétrique de l'appareil de M. Rubens est un tube de laiton rempli d'huile, disposé à l'intérieur d'une enveloppe coaxiale en laiton bien poli et nickelé et qui tourne autour d'un axe horizontal pourvu d'une manette double. Les calottes terminales du tube calorimétrique portent à leur circonférence des anneaux d'ébonite s'adaptant avec très peu de jeu dans l'enveloppe de laiton extérieure et ménageant une couche cylindrique d'air d'environ 2 centimètres d'épaisseur entre les deux tubes. L'enveloppe extérieure est, à son tour, pourvue de calottes terminales qui s'y vissent. L'un et l'autre des deux tubes possèdent huit fenêtres à travers lesquelles on peut observer leur intérieur; ces fenêtres sont fermées soit par du verre, soit par du mica. A l'intérieur du calorimètre se trouve, au sein de l'huile, un poids de plomb de plus de 4 kilogs, remplissant presque entièrement la moitié inférieure du vase. Lorsque ce dernier est tourné de 180° à une vitesse modérée, le poids de plomb, en vertu du frottement initial considérable, est entraîné jusqu'au point le plus haut. Après être resté dans cette position pendant quelques dixièmes de seconde, il se met à descendre à la vitesse d'environ 10 centimètres par seconde, l'effet du choc étant amorti par un disque en cuir. Un procédé d'agitation très efficace sert à assurer de bonnes valeurs moyennes de la température. La valeur de l'équivalent mécanique, trouvée comme moyenne de 10 valeurs individuelles, est de 127.8 kgm. par calorie-kilogramme, ou de $4,168 \times 10^7$ ergs par calorie-gramme, valeur qui concorde très bien avec celle de Rowland. — **M. W. Biegen von Czudnochowski** présente quelques remarques sur l'emploi de pompes pneumatiques à mercure raccourcies, du système Sprengel. Dans ces pompes, on sert avant tout d'une pompe à piston ordinaire pour produire le vide auxiliaire préliminaire. — **M. H. F. Wiebe** adresse un Mémoire sur la relation entre les points de fusion et les coefficients de dilatation des

éléments rigides. La formule simple qu'il donne s'applique avec une approximation suffisante à toute une série d'éléments.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 26 Avril 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. E. Waelsch** montre qu'en appliquant aux grandeurs du calcul vectoriel la méthode de l'analyse binaire, on parvient à ordonner un système de polyvecteurs en une polyadique; l'auteur s'en sert pour l'étude des potentiels élastiques.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — **M. H. von Ficker** présente ses recherches sur les abaissements de température prononcés et rapides qui ont été observés sur le Sonnblick de 1901 à 1903. Tous ont été causés par des masses d'air froides venant du Nord contre les Alpes. — **M. F. Hess** propose une modification de la formule de Pulfrich pour la réfraction des mélanges de deux liquides qui tient compte des variations de volume consécutives au mélange et qui donne des résultats plus exacts. — **MM. S. Meyer et E. von Schweidler** ont cherché à séparer, par électrolyse, du radio-plomb les produits de décomposition du radium connus sous les notations de RaB (sans rayonnement), RaE (à rayonnement β) et RaF (à rayonnement α). Ils ont reconnu que RaF est électrochimiquement plus noble que RaE, et celui-ci l'est plus que RaB; le plomb est égal ou un peu plus noble que RaB. La constante de diminution de moitié de RaE paraît de 3,02 jours, mais il semble exister, entre RaB et RaE, un autre corps avec une constante de 6,5 jours. — Les mêmes auteurs, en étudiant les propriétés de feuilles métalliques soumises à l'action inductrice de l'émanation de l'actinium, ont mis en évidence, outre les deux produits de décomposition connus AcA et AcB, l'existence soit d'un troisième produit AcC, à rayonnement α , avec une constante de diminution de moitié égale à 12 jours, soit d'un nouvel élément radio-actif encore inconnu. — **M. Auer von Welsbach** a extrait, d'une demi-tonne d'oxalates de terres yttriques brutes, l'ytterbium, l'erbium, le holmium et le dysprosium à l'état de mélanges. Par la cristallisation fractionnée répétée des oxalates doubles ammoniacaux, l'auteur a obtenu plus de cent fractions différentes, dont l'examen spectral montre que les quatre éléments ci-dessus sont des corps complexes. — **M. O. Hönigschmid et H. Moissan**, par réduction du chlorure de thorium avec le sodium, ont obtenu du thorium métallique contenant encore 3 % d'oxyde. L'électrolyse du chlorure double de Th et K donne du thorium cristallin, qui contient cependant 5 % d'oxyde. Ce thorium impur ne fond pas encore à $1,440^{\circ}$. — **MM. L. Alberti et B. Smietcinszewski**: Préparation de la chlorhydrine, de l'oxyde et d'un alcool non saturé aux dépens du décane-1 : 10-diol. — **M. A. Praetorius** a étudié la saponification de l'éther méthylique de l'acide benzène-sulfonique par HCl, NaCl, KBr et KI en solution aqueuse à 25°. Les équations de Wegscheider, qui reposent sur la saponification simultanée par l'eau et par les ions halogènes, représentent bien la réaction. — **MM. R. Wegscheider et E. Frankl** ont préparé un sel double de l'acide aspartique inactif $C_4H_9O_7N_2Ag_2$. Ag_2O , le sel neutre d'Ag donne avec l'iode d'éthyle, à côté de l'éther neutre, le même éther acide qu'on obtient dans l'éthérification de l'acide avec HCl et l'alcool. — **M. A. Kailan** a étudié l'éthérification de l'acide benzoïque par l'acide chlorhydrique alcoolique. Si l'on calcule la réaction en solution d'alcool absolu comme monomoléculaire, on obtient, pour des fortes concentrations en acide benzoïque, des constantes diminuant rapidement, tandis qu'elles ne varient guère pour de faibles concentrations de l'acide. Ce fait est attribuable à l'augmentation de la teneur en eau avec la marche de la réaction. — **L. BRUNET.**

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Raphaël Bischoffsheim. — Avec M. Bischoffsheim, la Science française vient de perdre un de ses bienfaiteurs, et nombreux sont ceux qui n'auront pas vu disparaître sans tristesse ce vieillard spirituel et bon.

Possesseur d'une grande fortune, M. Bischoffsheim ne voulut point, cependant, consacrer sa vie aux loisirs dorés d'une oisiveté improductive : il avait l'âme trop haute pour cela, et il voulut et sut être utile à son pays.

Né en 1823, élève de l'Ecole Centrale, il dirigea d'abord comme ingénieur les chemins de fer de la Haute-Italie, puis il vint se fixer à Paris, qu'il ne devait plus quitter.

Peu de temps après la guerre de 1870, M. Bischoffsheim vint spontanément trouver à l'Observatoire M. Lamy, avec lequel il était en relations d'amitié, s'ouvrit à lui de son désir de consacrer sa fortune à des œuvres de progrès scientifique et lui demanda quelle serait, dans ce but, la meilleure voie à suivre. De ce jour date l'intérêt passionné que ce noble esprit devait porter aux choses de l'Astronomie, et dont il allait donner bientôt les preuves les plus efficaces. Il avait compris que, là plus qu'ailleurs encore, il pouvait faire œuvre utile ; car moins heureux que les mathématiciens, à qui suffit la puissance créatrice de leur cerveau, moins heureux même que les physiiciens, les astronomes, dans leurs recherches, sont les esclaves d'instruments dont le moindre représente une petite fortune ; et trop souvent, semblables à l'écure dans leur conquête du ciel, ils sentent fondre les ailes de leurs rêves au contact de leurs maigres budgets.

A cette époque, précisément, tandis qu'en Angleterre, en Amérique, en Russie même, l'analyse spectrale des astres, les découvertes d'étoiles doubles, de satellites, de petites planètes, de nébuleuses, faisaient chaque jour des pas de géant, la France, fante d'instruments modernes, s'était laissée distancer dans le domaine de l'Astronomie d'observation.

Grâce à M. Bischoffsheim, cette situation ne tarda pas à changer. Il dota d'abord l'Observatoire de Paris du grand cercle méridien du jardin, grâce auquel on réalise actuellement des recherches d'une précision qui

n'avait pas été atteinte ; il y fit construire aussi le premier équatorial coudé de M. Lamy, et l'on sait quel essor ont pris, depuis lors, dans les Observatoires du monde entier, la construction et l'emploi de ce type d'instrument. Mais ce n'était pas tout.

En 1880, il créait de toutes pièces cet admirable Observatoire de Nice qu'il devait donner plus tard à l'Université de Paris, et y installait ces instruments grandioses qui ont fourni depuis une si riche moisson de découvertes. Dès lors, la France n'avait plus rien à envier aux plus beaux observatoires des Etats-Unis.

Et, dans ce Temple merveilleux qu'il avait élevé à la Science, M. Bischoffsheim voulut que tout savant, de quelque provenance qu'il fût, s'il avait des recherches sérieuses à entreprendre, fut sûr d'être accueilli avec une libéralité sans égale. Un seul nom, celui de Thollon, dont les découvertes spectroscopiques sont dans toutes les mémoires, suffira à montrer combien a été fructueuse cette généreuse pensée.

En 1890, l'Académie des Sciences rendait à une telle œuvre un juste hommage en appelant M. Bischoffsheim dans son sein.

L'Astronomie, qui lui doit tant, ne fut point, d'ailleurs, le seul objet de sa sollicitude éclairée et toujours en éveil. Aucune manifestation de la pensée ne le laissa indifférent, car il avait une générosité infiniment éclectique, comme son esprit.

Rien ne peut rendre, d'ailleurs, la spirituelle bonhomie et la pudeur charmante avec lesquelles il affectait toujours de prêter à ses libéralités des mobiles égoïstes.

C'est un homme de bien et d'esprit qui disparaît. Le nom de M. Bischoffsheim restera à jamais gravé au livre d'or de l'Astronomie française. La coupole géante de l'Observatoire de Nice est le mausolée splendide qui le gardera de l'oubli.

Ch. Nordmann.

Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

§ 2. — Astronomie

Mouvement propre du Soleil. — Pour obtenir le point du ciel qui tombe le plus près possible des directions des mouvements propres d'un ensemble d'étoiles, M. Carrigan a fait une élégante application de

la méthode des moindres carrés : il obtient, d'ailleurs, un résultat très voisin de celui que l'on admet généralement, en utilisant 65 étoiles plus brillantes que la grandeur 2, 5. Ne faudrait-il pas étendre cette application à toutes les étoiles dont le mouvement propre est assez bien déterminé ?

Sans doute, au premier abord ; mais, si l'on y réfléchit, on ne tarde pas à reconnaître qu'il est peut-être bien téméraire de donner le même poids à toutes les étoiles et que le choix des astres à utiliser est chose délicate. Puis, si l'on tient compte des plus récentes recherches de W.-H.-S. Monck sur les mouvements systématiques des étoiles fixes, une nouvelle incertitude naît, et l'on est en droit de se demander si l'on peut attribuer l'ensemble de ces mouvements à un déplacement du système solaire. Utilisant, en effet, le catalogue des mouvements propres de M. Bossert, M. Monck partage le ciel en deux régions : dans l'une dominent les ascensions droites croissantes, dans l'autre les ascensions droites décroissantes. Or, ces régions sont inégales et le degré de prédominance n'est pas le même dans les deux cas.

Peut-être est-ce la manifestation de mouvements généraux et systématiques qui nous donnent le change sur la véritable translation du Soleil ?

Il est donc intéressant de se rappeler les résultats auxquels on est arrivé pour les différentes positions de l'apex, du point du ciel vers lequel se dirige le Soleil, grâce à la discussion des mouvements propres stellaires :

	Ascension droite	Déclinaison
	19h 4m	+ 59°
M. Ristenpart, par quatre classes différentes de mouvements propres	18h 20m	+ 46°
	17h 0m	+ 67°
	17h 48m	+ 70°
M. Newcomb, par les étoiles de Bradley	18h 30m	+ 33°
M. Porter, par la méthode de Kapteyn	18h 42m	+ 49°,3
M. Kapteyn	18h 14m	+ 29°,5
M. Boss	18h 20m	+ 45°
M. L. Struve	18h 20m	+ 23°,5
M. Campbell, par la vitesse spectroscopique sur notre rayon visuel	18h 30m	+ 20°

avec la vitesse de 20 kilomètres par seconde.

Où allons-nous, vraiment ?

§ 3. — Génie civil

Le nouveau paquebot de la Compagnie Transatlantique « La Provence », et l'accroissement des dimensions des navires de commerce. — On a, tout récemment, le 21 avril, mis en service un nouveau paquebot, *La Provence*, de notre Compagnie transatlantique. C'est le plus grand de nos paquebots français. Il a 190 mètres de longueur tot de 129,70 de creux au milieu, une largeur maxima de 19m,7 et un déplacement, en charge, de 19.000 tonnes, avec un tirant d'eau moyen de 8m,15.

Il peut transporter 442 passagers de première classe, 132 de deuxième et 808 de troisième, soit, en tout, 1.382 passagers, auxquels il faut ajouter 216 grasseurs, chauffeurs et soutiers, 15 officiers mécaniciens, 157 cuisiniers, garçons et femmes de chambre, 7 officiers de pont, et seulement 51 matelots, ce qui porte la population du navire à 1.828 personnes.

L'ensemble de ce beau bâtiment et de ses aménagements intérieurs est des plus confortables ; à citer, notamment, un ascenseur reliant le pont principal au pont supérieur de promenade. La sécurité est assurée, autant que faire se peut, par la division de la coque en 22 compartiments par des cloisons étanches à portes fonctionnant à l'eau sous pression, et que le Commandant peut fermer et ouvrir tout d'un coup ou isolément. La manœuvre de ces portes doit se faire toutes les 24 heures au moins, afin de s'assurer de leur bon fonctionnement.

Les machines, construites, comme la coque, aux Ateliers de Penhoet, sont au nombre de deux : une pour chaque hélice, et du type vertical pilon, à quadruple expansion et à quatre cylindres de 1^m,20, 1^m,94, 2^m,24, et 2^m,24 sur 1^m,700 de course. Elles marchent à 80 tours par minute, ce qui correspond à une vitesse moyenne des pistons de 4m,34 par seconde. Elles peuvent développer 30.000 chevaux.

Les chaudières sont du type cylindrique à retour de flammes et pourvues chacune de 4 foyers ondulés : elles sont au nombre de 21, avec une surface totale de grilles de 146 m² et 5.420 m² de chauffe (timbre : 14 kil.). Le tirage se fait par du vent forcé au moyen de 14 ventilateurs aspirant l'air au travers d'un système tubulaire chauffé par les gaz de la combustion et le refoulant dans les cendriers entièrement fermés, de sorte que les chambres de chauffe sont à la pression atmosphérique. L'emploi de ce vent forcé a permis d'obtenir, aux essais, 200 chevaux par mètre carré de chauffe.

Le gouvernail est commandé par un téléMOTEUR Brown avec amortisseur de choc.

Ce paquebot *La Provence*, qui fait grand honneur à ses constructeurs, n'est pourtant qu'un petit bateau à côté des gigantesques transatlantiques d'Angleterre et d'Allemagne, du *Kaiser Wilhelm II* par exemple, avec ses 215 mètres de longueur et son déplacement de 30.000 tonnes, du *Baltic*, de 218 mètres et d'un déplacement de 10.000 tonnes, de l'*Amerika*, de 12.000 tonnes et de 207 mètres de longueur, sans compter les prochains Cunard à turbines, de 253 mètres, 43.000 tonnes et 73.000 chevaux. Mais il faut bien noter que cette petite vitesse relative ne tient pas du tout à l'impossibilité de construire, en France, des navires aussi grands et puissants que ceux de l'étranger, mais simplement à l'impossibilité de les loger dans nos ports, qui sont, eux, et sans aucune excuse possible, d'une infériorité honteuse.

Et, d'autre part, lorsqu'on parle de ces paquebots gigantesques, atteignant des vitesses prodigieuses, comme les 25 nœuds des grands Cunard, il ne faut jamais oublier le prix de cette vitesse, laquelle ne peut s'obtenir qu'en augmentant le déplacement du navire, à formes semblables, à peu près comme la sixième puissance de la vitesse, et la force des machines comme la septième puissance de cette même vitesse. C'est ainsi que les prochains Cunard auront besoin de 75.000 chevaux pour faire leurs 25 nœuds avec 43.000 tonnes, tandis que le *Baltic* et l'*Amerika*, avec 41.000 et 42.000 tonnes, n'ont que 18.000 et 16.000 chevaux pour des vitesses d'environ 17 nœuds. *La Provence* fera 21 nœuds avec ses 30.000 chevaux et ses 3.500 tonnes de charbon, et, malgré cette puissance relativement modérée, elle ne peut emporter que 900 tonnes de marchandises de fret, moins de 5 % du déplacement total : chiffre excessivement bas, et qui montre bien ce que coûtent la vitesse et le luxe des passagers. De pareils navires à grandes vitesses ne peuvent vivre qu'à coups de subventions postales et autres, qui ne sont pas méprisables ; aussi ne faut-il pas s'étonner de voir les lignes véritablement commerciales réagir, comme, par exemple, la *Hamburg-American*, par la construction de navires tels que l'*Amerika*, cité plus haut, qui emporte une population de 4.000 âmes, avec 300 passagers de première classe, et le pendant de ce navire, la *Kaiserin Augusta Victoria*, de dimensions encore plus grandes, actuellement en construction aux chantiers de Vulcan, à Stettin.

§ 4. — Physique

La radio-activité de la neige. — Les premières recherches sur la radio-activité de la neige ont été faites par Allan, qui, ayant pris environ 1 litre de neige dans la couche superficielle tombée dans le courant de la saison et l'ayant vaporisée sur un disque, constata une forte ionisation de l'air ambiant, qui auparavant n'avait pas présenté la moindre trace de

radio-activité. D'autre part, M. Kauffmann, en 1904, en arriva aux conclusions suivantes :

1° La neige récemment tombée est, toutes choses étant d'ailleurs égales, plus radio-active que la pluie ;

2° La neige recueillie sur les toits ne présente plus la moindre trace de radio-activité après un intervalle de 100 heures ;

3° La neige tombant sur le sol garde presque intégralement sa radio-activité jusqu'à 100 heures après sa chute, tout en présentant des fluctuations qui, en apparence, sont reliées à l'allure du baromètre.

Dans un récent Mémoire¹, MM. Constanzo et C. Negro résument les résultats de leurs investigations sur la radio-activité de la neige, faites au moyen de l'appareil bien connu d'Elster et Geitel. Pour conserver la neige dans le réservoir métallique protégeant le disperser, ils se servent d'un récipient annulaire placé sur le fond du réservoir. La charge donnée au disperser, étant toujours supérieure à 100 volts, paraissait suffisante pour produire le courant de saturation, vu la faible radio-activité de la substance en expérience. Les auteurs ont fait des essais soigneux pendant toutes les chutes de neige ayant eu lieu à Bologne au cours de l'hiver dernier, et, bien que leurs résultats ne montrent pas l'accord parfait nécessaire pour établir une loi absolue (ils ne concordent qu'en partie avec ceux des investigations antérieures), ils se croient fondés à émettre les propositions suivantes :

1° La neige récemment tombée et presque immédiatement recueillie est hautement radio-active ;

2° Cette radio-activité, au moins dans le cas des présentes expériences, disparaît presque entièrement après deux heures au maximum ;

3° La neige tombant sur le sol paraît garder son pouvoir radio-actif un peu plus longtemps que celle qu'on recueille sur les toits.

Pour en arriver à une intelligence parfaite de la loi régissant ces phénomènes, il convient de tenir compte des conditions météorologiques et plus spécialement de l'allure du baromètre.

§ 5. — Chimie

La combustion spontanée du charbon et les moyens de la prévenir dans les entrepôts. — Cet important problème vient de faire l'objet de recherches nouvelles de M. Vivian B. Lewes², ingénieur et chimiste anglais bien connu pour sa compétence dans les questions de chauffage et d'éclairage. L'auteur a constaté que, dans la combustion spontanée du charbon emmagasiné en grandes quantités, l'oxydation des pyrites présentes ne joue qu'un rôle très subsidiaire, le facteur principal étant la condensation superficielle de l'oxygène dans les pores du charbon et l'action du gaz condensé provoquant l'oxydation des hydrocarbures contenus dans le charbon.

Une ventilation suffisante pour prévenir toute élévation un peu considérable de température à l'intérieur de la masse permet d'empêcher la combustion ; mais il est pratiquement impossible d'opérer cette aération dans de grands magasins ou à bord d'un navire chargé, où l'accès restreint de l'air est, au contraire, tel qu'il peut favoriser un échauffement dangereux. On a proposé récemment de mouiller soigneusement la masse entière du charbon, mais c'est là encore un procédé peu pratique, par suite de la forte augmentation de poids que provoquerait une addition d'eau suffisante pour être effective ; un arrosage trop faible ne ferait, d'ailleurs, qu'accroître le danger.

L'extinction des feux de charbon à bord des navires est, il faut le constater, grosse de difficultés : il est souvent impossible d'amener de l'eau au siège précis de l'incendie, et la formation d'hydrogène et d'oxyde de carbone par l'action de la vapeur sur le combustible

incandescent fournit un mélange explosif dans les soutes à charbon.

Pour éteindre dès le début un incendie toujours possible, M. Lewes est amené à recommander l'emploi de petits cylindres d'acide carbonique liquide, qui seraient enterrés en diverses parties de la masse de charbon pendant le chargement ; la soupape de ces cylindres resterait ouverte, mais le tube de dégagement serait bouché par un alliage fondant à 93° C. Si la température du charbon, à un moment quelconque, s'élève au-dessus de ce point, l'alliage fond et l'acide carbonique liquide se volatilise en causant un fort refroidissement local ; en même temps, le gaz lourd et froid, qui empêche la combustion, reste pendant longtemps au contact du charbon et prévient tout incendie ultérieur.

§ 6. — Géologie

L'inventaire géologique de l'Afrique occidentale française. — Le Gouverneur général de l'Afrique occidentale française vient d'envoyer aux administrateurs des colonies placés sous sa direction une lettre leur rappelant qu'il y a grand intérêt à réunir à Dakar le plus grand nombre possible de documents pouvant aider à établir la géologie et la minéralogie des territoires de l'Afrique occidentale. Il appelle aussi leur attention sur certaines coquilles qui y vivent actuellement et dont l'analogie avec des fossiles crétacés et éocènes du nord de l'Europe et de l'Afrique a été signalée par certains auteurs.

Deux notes rédigées avec netteté indiquent comment les échantillons de minéraux, de métaux et de fossiles doivent être recueillis, classés, expédiés, ainsi que l'objet de ces recherches : établir la nature, puis l'âge des couches minérales ; fixer le périmètre et la direction des gîtes et filons de minerais.

Les échantillons, concentrés à Dakar, seront ensuite envoyés aux laboratoires compétents de France, qui en feront l'analyse.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Une Station arctique scientifique au Groenland. — Dans le courant de l'été 1906, une Station arctique scientifique sera établie sur la côte sud de l'île de Disko, au Groenland danois. Les frais de cette fondation ont été couverts par M. A. Hølek, conseiller de Justice à Copenhague ; de son côté, le Gouvernement danois a promis un budget annuel de 14.000 francs.

A cette Station sera installé un laboratoire pourvus des appareils les plus nécessaires pour des recherches biologiques. Des places de travail, limitées provisoirement à deux, y seront réservées pour des savants danois ou étrangers. Les savants auront gratuitement à leur disposition les appareils scientifiques et de voyage, la bibliothèque de la station, etc. ; on leur assurera les occasions de faire le voyage de Copenhague à la station, aller et retour, le logement gratuit et la nourriture à bon marché au Groenland. Les premiers visiteurs pourront être reçus dès 1907.

On s'efforcera de réunir à la Station les ouvrages sur la nature arctique, antarctique ou alpine, en général, et spécialement sur la biologie arctique. Il est fait appel, dans ce but, aux sociétés et aux auteurs, qui recevront, en échange de leurs ouvrages, tout ce qui sera publié par la Station.

§ 8. — Enseignement

La formation des chimistes-experts. — Le 1^{er} août 1905 a été promulguée une loi sur la répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles.

Aux termes des articles 3 et 5, cette loi s'applique particulièrement aux denrées servant à l'alimentation de l'homme et des animaux, aux substances médica-

¹ *Physikalische Zeitschrift*, n° 10, 1906.

² *Journ. Gas. Lighting*, 1906, t. XCIV, p. 33-34.

menteuses (sérum thérapeutiques, etc.), aux boissons vins, cidres, poirés, etc., aux produits agricoles ou naturels (engrais, etc.).

Elle prévoit et organise l'expertise contradictoire. Or si, dans quelques grandes villes, et spécialement dans les villes universitaires ou industrielles, il n'est pas très difficile de trouver des chimistes qualifiés pour procéder à de telles expertises, il n'en est pas de même dans beaucoup de départements; et lorsque la loi, après promulgation des quelques règlements d'administration publique prévus, recevra son plein fonctionnement, les autorités judiciaires seront fréquemment embarrassées pour désigner des experts compétents.

Il apparaît alors comme nécessaire de constituer en France un corps de chimistes spécialement éduqués pour faire les opérations nécessitées par la loi de 1905.

Obéissant à des préoccupations de cette nature, M. le député Cazeneuve, dans la séance de la Chambre du 7 février dernier, au cours de la discussion générale du budget, appelle l'attention de M. le Ministre de l'Instruction publique sur la nécessité de créer un *diplôme spécial de chimiste-expert*.

« On a créé, disait-il, des Instituts de Chimie pour faire des chimistes métallurgistes ou des chimistes coloristes pour notre industrie de la teinture. Il faudrait, maintenant, créer des chimistes analystes aptes à analyser sûrement et sans erreur des boissons, des denrées alimentaires, des engrais. Ces experts analystes existent en Allemagne. »

« Eh bien, nous devons être outillés comme l'Allemagne. »

« On a dépensé de fortes sommes pour les études chimiques; nos universités se sont même fortement endettées à cet égard : eh bien, il faut former des chimistes collaborateurs des médecins pour les denrées alimentaires, pour la toxicologie, pour l'analyse des médicaments. »

Ces considérations sont excellentes. La conclusion qu'en déduit M. Cazeneuve est, au moins, inattendue.

Dans la séance du 22 mars suivant, en effet, M. Cazeneuve, Villejean et Jean Morel déposaient un article additionnel à la loi de finances, dont la partie essentielle était ainsi conçue :

« Il est institué un diplôme de chimiste-expert qui sera accordé par les Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie et les Ecoles supérieures de Pharmacie des Universités.

« Le diplôme sera délivré à la suite d'études et d'examen organisés dans ces Facultés et Ecoles, suivant un règlement rendu après avis du Conseil supérieur de l'Instruction publique.

Ce dispositif néglige complètement les grands efforts faits par toutes les Universités françaises pour développer l'enseignement de la Chimie, confère un véritable monopole à un nombre très restreint d'établissements d'enseignement supérieur, puisqu'il institue le nouvel enseignement seulement dans les Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie et les Ecoles supérieures qui sont, en tout, au nombre de sept, à l'exclusion des Facultés des Sciences, Ecoles de Médecine et de Pharmacie préparatoires et de plein exercice et autres établissements d'enseignement supérieur.

Avant de discuter ce projet, disons quel a été son sort parlementaire.

Le dispositif n'a pas été adopté comme article additionnel à la loi de finances. Mais il a été repris sous forme de proposition de loi spéciale, et celle-ci a été adoptée, après déclaration d'urgence, dans la séance du 8 avril, sans discussion, sans observation. Le projet a été ensuite renvoyé au Sénat, où il sera rapporté incessamment.

Nous ne pouvons croire que puisse être définitivement adopté un projet si manifestement contraire à l'intérêt public, à celui des étudiants, à celui des Facultés des Sciences et des Ecoles de Pharmacie de province.

N'oublions pas que les nouveaux chimistes-experts

auront à connaître non seulement les substances médicamenteuses, mais encore et surtout les substances alimentaires, les boissons, les engrais. L'enseignement qu'ils doivent recevoir n'a donc aucun caractère spécialement pharmaceutique. Il n'est pas à fonder de toutes pièces. Il est déjà donné, au moins en partie, dans nombre de Facultés des Sciences, qui délivrent des certificats de Chimie industrielle ou agricole, dans les Ecoles spéciales de Chimie.

Les connaissances pratiques spéciales peuvent également être acquises dans les laboratoires de province consacrés particulièrement à des analyses de cette nature : Laboratoires Agricoles, Municipaux, Stations Agronomiques, etc.

Aucune bonne raison ne peut être donnée pour ignorer, pour ne pas utiliser ces enseignements fonctionnant depuis plusieurs années, ces installations déjà faites, et pour créer de toutes pièces, à grands frais, des enseignements nouveaux dans un nombre très restreint d'établissements privilégiés.

Dans la pensée même de M. Cazeneuve, la possession du diplôme projeté ne conduira pas, en général, à une situation se suffisant à elle-même. « Les pharmaciens appelés à exercer leur profession dans tous les départements de France, dit-il, munis de ce diplôme, seront les experts tout désignés. »

Sans doute, les candidats se recruteront beaucoup parmi les futurs pharmaciens; pourquoi ne pas les recruter aussi parmi les futurs chimistes industriels ou agricoles, les futurs professeurs? Tous, d'ailleurs, poursuivront ainsi d'autres études. Avec le projet Cazeneuve, ils seront obligés, à leur plus grand préjudice, de quitter au moins pendant une année le centre universitaire de leurs débuts, où souvent ils trouvent réunis cours et laboratoires nécessaires à leur formation complète.

Ce ne sont pas seulement les Facultés des Sciences qui perdraient ainsi des élèves qu'elles ont contribué à former. Les Ecoles de Pharmacie préparatoires et de plein exercice se verraient aussi abandonnées au profit de leurs sœurs plus riches en diplômes, alors que leur développement est déjà fortement compromis par le projet de réorganisation des études de pharmacie. Veut-on les tuer tout à fait?

Alors que tout le monde parle de décentralisation; que les Universités de provinces, petites et grandes, ont su profiter de la constitution libérale octroyée il y a quinze ans; qu'elles ont lutté et donné des preuves certaines de vitalité; que, poussées par les Pouvoirs publics, elles se sont résolument orientées vers les enseignements locaux et les sciences appliquées; que penser d'un projet qui méconnaît de tels efforts et qui s'efforce de drainer les étudiants vers quelques centres, de faire de la mauvaise centralisation?

Une ville industrielle comme Marseille serait déclarée inapte à faire des Chimistes experts, alors qu'elle renferme une Faculté des Sciences, une Ecole de Médecine et de Pharmacie, de nombreux laboratoires industriels d'analyses. De même, Caen avec sa Faculté, sa Station Agronomique et sa Station Pomologique, Rennes avec son Laboratoire Agricole, son Laboratoire municipal et son Ecole nationale d'Agriculture. Ces quelques exemples, qu'il serait facile de multiplier, montrent combien les auteurs du projet en discussion se sont peu souciés de l'intérêt général.

L'Allemagne possède des experts analystes *Nahrungsmittel-Chemiker* analogues à ceux que l'on veut former chez nous, et, l'exemple de nos voisins ayant été invoqué par M. Cazeneuve, il peut être intéressant d'examiner comment sont organisés chez eux les études et les examens.

Les dispositions sont un peu différentes suivant les Etats; mais les grandes lignes sont les mêmes dans tout l'Empire. J'indique ce qu'il y a d'essentiel.

L'examen se passe en deux fois, comporte deux degrés.

A. Examen préliminaire. — Les candidats doivent

avoir fait six semestres d'Etudes Naturelles, soit dans une Université, soit dans une Ecole supérieure technique, et avoir travaillé au moins cinq semestres dans les laboratoires de Chimie du même établissement.

L'examen, purement oral, comprend des interrogations sur la Chimie (inorganique et organique, analytique, minéralogique), la Botanique et la Physiologie.

Il est passé devant la Commission de l'établissement ou l'étudiant a pris ses inscriptions. Cette Commission est composée d'un fonctionnaire administratif président, de un ou deux professeurs de Chimie, un de Botanique et un de Physiologie.

Sont ou peuvent être dispensés de l'examen préliminaire ceux qui ont le diplôme de chimiste d'une Ecole supérieure technique.

B. *Examen principal.* — Il se passe au moins trois semestres après le premier.

Le candidat doit prouver qu'il a fait pendant au moins un semestre de la technique microscopique; que, dans l'intervalle des deux examens et pendant au moins trois semestres, il a travaillé activement et avec fruit dans un établissement de l'Etat consacré à des analyses techniques (denrées alimentaires, engrais, etc.). La liste de ces laboratoires est établie explicitement par l'autorité administrative. Ainsi, en *Alsace-Lorraine*, cette liste comprend : Institut bactériologique et hygiénique de l'Université de Strasbourg, Laboratoire municipal de Chimie de Strasbourg, de Metz; Laboratoire agricole de Colmar. — Dans le duché de *Bade* : Laboratoire de Chimie de l'Université de Heidelberg, Station agronomique, Laboratoire municipal, etc..

L'examen comprend d'abord quatre épreuves pratiques éliminatoires (analyse qualitative et quantitative d'un mélange, examen qualitatif et quantitatif d'une denrée alimentaire, d'un produit commercial, examen microscopique), puis des épreuves orales portant sur la Chimie (analyse et falsification des produits commerciaux), la Botanique générale (y compris éléments de Bactériologie) et la Législation.

Le jury est composé d'un fonctionnaire administratif président, de deux chimistes, d'un praticien spécialiste, et enfin d'un botaniste.

Que nous voilà loin de la solution étroitement pharmaceutique préconisée et presque adoptée chez nous! Les ressources les plus variées déjà existantes ont su être utilisées.

Il ne saurait être évidemment question pour nous de copier textuellement l'organisation allemande; mais sommes-nous incapables de nous inspirer de son libéralisme?

L'examen préliminaire allemand a pour but de s'assurer des connaissances scientifiques générales; on pourrait le remplacer par des grades déjà existants : Certificats d'Etudes supérieures des Facultés des Sciences, Examen de pharmacien, Diplôme de chimiste d'Ecoles spéciales (Ecole centrale, Ecoles de Chimie de Paris, de Lyon, de Bordeaux, Institut du Nord, etc., Ecoles nationales d'Agriculture, etc.).

Les candidats seraient ensuite assujettis à un stage d'une année dans des laboratoires officiels, dont la liste serait dressée par une autorité quelconque (de préférence régionale) et comprendrait, par exemple, des laboratoires de Facultés des Sciences, d'Ecoles de Pharmacie supérieures ou non, des Laboratoires agricoles, municipaux, industriels.

Les candidats compléteraient en même temps leurs connaissances théoriques à leur convenance. Grâce à leur autonomie, les Universités ont toute latitude pour organiser les enseignements complémentaires nécessaires en utilisant les ressources locales.

L'examen final se passerait enfin sur un programme déterminé, devant un jury siégeant au chef-lieu de chaque Académie, et non choisi uniquement parmi le personnel d'un seul établissement.

Je n'ai pas évidemment la prétention d'élaborer un projet définitif; j'ai voulu seulement montrer dans quel

sens il fallait chercher une solution qui puisse être acceptée par tous ou presque tous les intéressés.

Les Facultés des Sciences, en effet, dont l'avis n'avait pas été sollicité, se sont émuës dès qu'elles ont connu le projet de création de chimistes-experts.

La Faculté de Montpellier d'abord, puis celle de Nancy, enfin celle de Rennes ont émis des vœux, identiques quant au fond, et protestant contre le projet en discussion.

Un vœu analogue a été adopté par l'Association du personnel enseignant des Facultés des Sciences dans son Assemblée générale d'avril dernier.

Nous pouvons, nous devons espérer que ces vœux seront entendus ou tout au moins qu'ils auront l'honneur d'être discutés; et qu'à une conception centralisatrice et rétrograde, le Parlement saura préférer la solution large et libérale, sauvegardant les droits de tous.

J. Cavalier.

Professeur à l'Université de Rennes.

Première remarque. — Il semble permis de demander plus encore que M. J. Cavalier. Pourquoi l'Etat exigerait-il du futur expert un stage dans ses écoles? Français ou étranger, universitaire, départemental, municipal ou privé, peu importe le laboratoire où s'est instruit le candidat. La seule chose à considérer, c'est la compétence acquise. Arrière donc toute cette tyrannie de réglementation qui, quoi qu'on fasse, ne garantit jamais le savoir et aboutit souvent à écarter le vrai mérite! N'interdisons les concours à personne et même dispensons-en les compétences notoire, qu'une Commission autorisée doit tout simplement désigner sur titres.

Deuxième remarque. — M. Cavalier souhaite que les professeurs de Chimie de nos lycées et collèges puissent se préparer pratiquement au concours. Ajoutons à ses bonnes raisons celle-ci : en apprenant à manipuler, ils apprendraient pour de bon la science qu'ils ont mission d'enseigner.

L. O.

Personnel universitaire. — M^{me} Pierre Curie, docteur ès sciences, chef des travaux de Physique à la Faculté des Sciences de Paris, est chargée d'un cours de Physique à ladite Faculté.

M. Merlin, agrégé des Sciences mathématiques, aide-astronome à l'Observatoire de Lyon, est chargé d'un cours complémentaire d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Lyon.

M. Thomas, docteur ès sciences, maître de conférences de Chimie à la Faculté des Sciences de Clermont, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

Muséum d'Histoire naturelle. — M. le Dr Trouessart est nommé professeur de Zoologie *Mammifères et Oiseaux* au Muséum national d'Histoire naturelle, en remplacement de M. Oustalet, décédé.

M. Lecomte, professeur de Sciences naturelles au Lycée Henri IV, est nommé professeur de Botanique *Classifications et familles naturelles* au Muséum national d'Histoire naturelle, en remplacement de M. Bureau, alimé à la retraite.

Académie de Metz. — L'Académie de Metz, dans sa séance de mai 1906, sur la proposition de son président M. C. Massin, a élu membre honoraire M. Ernest Lebon, professeur de Mathématiques au Lycée Charlemagne.

¹ Il existe déjà chez nous et depuis longtemps un diplôme de chimiste-essayeur, qui remplit pour les métaux d'or et d'argent sensiblement le même rôle que le diplôme projeté doit remplir pour les denrées alimentaires et minérales. Il n'est pas sans intérêt de remarquer que, si l'examen qui confère le diplôme se passe devant un jury qui ne siègeait à Paris, la préparation en est absolument libre. Il n'a jamais été question de la restreindre à quelques établissements peu nombreux.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA MÉTALLOGRAPHIE MICROSCOPIQUE

PREMIÈRE PARTIE : TECHNIQUE DE LA MÉTALLOGRAPHIE

I. — DÉFINITIONS ET PRINCIPES.

Lorsque deux ou plusieurs métaux se trouvent en présence à l'état fondu, et qu'ils sont refroidis lentement, différents cas peuvent se produire :

1° Les métaux ne sont pas susceptibles de s'allier : on peut citer le fer et le plomb ;

2° Les métaux se mélangent mécaniquement : c'est le cas du cuivre et du plomb, du cuivre et du chrome, du cuivre et du tungstène ;

3° Les métaux se dissolvent mutuellement : tels, dans certaines proportions, le cuivre et l'aluminium, le cuivre et l'étain, le cuivre et le zinc ;

4° Les métaux donnent naissance à des combinaisons définies :

a) Ou bien les combinaisons ne se dissolvent ni dans les métaux constituants, ni dans une autre combinaison ou une solution de ces métaux : c'est le cas, pour certaines proportions, des alliages aluminium-cuivre, aluminium-fer, etc. ;

b) Ou bien ces combinaisons se dissolvent dans les métaux constituants ou dans une de leurs solutions ou de leurs combinaisons : on peut citer la combinaison $SbSn$, qui est soluble dans l'antimoine ;

3° Les métaux sont isomorphes et cristallisent ensemble : c'est le cas de l'antimoine et du bismuth, de l'argent et de l'or.

De nombreuses méthodes permettent d'étudier la constitution des alliages métalliques et de déterminer les différents cas qui peuvent se présenter. Parmi elles, la métallographie microscopique est assurément l'une des plus importantes et des plus rapides. Son but est de mettre en vue les différents constituants des produits métallurgiques. Pour l'atteindre, elle procède par examen microscopique sous lumière réfléchie d'une surface parfaitement polie, que l'on a soumise à l'action d'un réactif qui différencie les divers constituants, attaquant les uns et respectant les autres.

II. — HISTORIQUE.

Ce n'est qu'en 1864 que l'on songea à utiliser le microscope pour l'examen d'une coupe polie d'un produit métallique.

Sorby fut le premier qui pensa à appliquer aux fers météoriques cette méthode, — qui rendait déjà de grands services en Pétrographie, — en indiquant les principes du polissage et de l'éclairage.

Quelques années plus tard, Martens et Wedding étudièrent les fontes et les aciers, plus particulièrement les spiegeleisen. — En 1883, Osmond et Werth présentaient à l'Académie des Sciences, puis publiaient dans les *Annales des Mines*, leur premier Mémoire sur la *théorie cellulaire des Aciers*, jetant ainsi les premières bases des théories allotropiques du fer et confirmant la théorie que Tchernoff avait émise, en 1867, sur la solidification et les transformations des aciers.

Mais ce fut réellement en 1894 que l'on put entrevoir l'avenir qui était réservé à cette nouvelle méthode, lorsque Osmond publia, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, son remarquable Mémoire sur la *Constitution des Aciers au Carbone*.

Depuis cette époque, la Métallographie marcha de succès en succès : Guillemin l'applique aux alliages de cuivre, bronzes et laitons ; Charpy publie des travaux de la plus haute importance sur les laitons et les antifrictions, etc... Henry Le Chatelier, qui, depuis fort longtemps, a jeté les bases de la constitution des alliages métalliques en s'appuyant sur les théories physico-chimiques et a déterminé la constitution d'un grand nombre de produits en s'aidant des courbes de fusibilité, de la résistance électrique, des dilatations, etc., s'adonne à la nouvelle méthode et la rend réellement industrielle.

D'autre part, les travaux de Howe et Sauveur en Amérique, de Robert-Austen, Arnold, Stead en Angleterre, de Behrens en Hollande, tendent à démontrer le grand intérêt de la micrographie. En résumé, on peut dire que l'histoire de la Métallographie se divise en trois parties :

1° Découverte de la méthode par Sorby (1867) et premiers travaux de Martens et Wedding ;

2° Recherches d'Osmond, qui applique la méthode aux alliages fer-carbone et en fixe les constituants ;

3° Travaux de H. Le Chatelier, qui rend la méthode industrielle.

III. — DIVERSES PHASES D'UNE OBSERVATION MICROGRAPHIQUE.

Une observation micrographique comprend les quatre phases suivantes :

a) Polissage ;

b) Attaque ;

c) Examen micrographique ;

d) Photographie.

Ce sont ces quatre phases que nous allons décrire avec quelques détails.

§ 1. — Polissage.

L'opération du polissage se divise elle-même en trois temps distincts :

1° Le découpage ;

2° Le dégrossissage ;

3° Le finissage.

1. *Découpage*. — Le découpage est l'opération qui donne au produit que l'on veut observer les dimensions et formes que l'on désire.

Pour la plupart des métaux et alliages, le découpage sera obtenu au moyen de la scie.

Comme il est de toute première nécessité que le produit que l'on observe ne subisse aucune altération pendant la préparation, on aura soin d'éviter tout échauffement, soit en opérant à très faible vitesse, soit en arrosant la scie d'eau de savon, d'huile, etc...

Si l'on peut aisément découper ainsi la plupart des alliages courants : aciers ordinaires recuits, bronzes, laitons, alliages d'aluminium, il y a certains produits qui ne peuvent subir ce travail.

Parmi ceux-ci, il en est qui se brisent sous l'influence d'un coup de marteau ; on peut créer ainsi un morceau de dimensions convenables. Mais, il en est d'autres qui, n'étant pas suffisamment fragiles pour se rompre sous le choc du marteau, doivent être découpés au moyen de meules en carborundum extrêmement étroites. Nous employons couramment des meules ayant un diamètre de 300 millimètres et une épaisseur de 3 millimètres. Le gros inconvénient de cette méthode réside dans l'échauffement, qu'il est presque impossible d'éviter entièrement ; elle rend cependant des services dans le cas de certains aciers au nickel, d'aciers à coupe rapide, etc. Généralement, on fait en sorte de créer un morceau présentant une surface plane de 4 à 5 centimètres carrés de surface et une hauteur de 2 à 3 centimètres.

2. *Dégrossissage*. — Le dégrossissage est l'opération par laquelle on dresse la face que l'on veut observer. Il se fait généralement à la meule d'émeri ou de carborundum, tournant à une vitesse qui varie suivant le métal que l'on examine. Le carborundum, dont le grain est plus fin et plus régulier, nous paraît préférable.

Le moyen le plus simple d'utiliser les meules consiste à les monter sur un touret du genre de ceux qu'on utilise dans les ateliers de polissage. Ces tourets peuvent être mus au pied ; il est bien

préférable d'avoir une commande mécanique, qui permet de bien régler la vitesse.

Cette vitesse peut atteindre 800 à 1.000 tours par minute pour les aciers recuits ou laminés, les bronzes non trempés, les laitons, en un mot pour tous les alliages qui sont dans un état tel qu'ils n'ont pas à craindre un léger échauffement. Dans le cas contraire, notamment pour les aciers trempés, il faut abaisser la vitesse de rotation et même arroser la meule pendant sa marche.

Il est nécessaire de rappeler dès maintenant que le chauffage à température relativement basse de la surface d'un acier trempé peut, en certains cas que nous étudierons plus loin, amener un changement complet de la structure.

De toutes façons, il est bon de ne pas presser trop fortement le métal sur la meule, ceci afin d'éviter un écrouissage trop profond. Comme l'a fort bien fait remarquer M. Henry Le Chatelier, dans sa remarquable conférence au Congrès de Métallurgie de Liège¹, il est nécessaire de faire disparaître ce derme pour éviter toute indication inexacte. On peut conseiller, à cet effet, les papiers d'émeri à grains grossiers, sur lesquels on frotte les échantillons à la main.

En résumé, la période de dégrossissage, dans laquelle l'on dresse la face de l'échantillon à observer, consiste dans le passage à la meule d'émeri ou, mieux, de carborundum, puis sur des papiers à grains assez grossiers qui permettent de faire disparaître le derme provenant de l'écrouissage, que l'on ne peut éviter dans la première partie de l'opération. Enfin, si la surface à examiner présente des angles vifs, on a bien soin de les abattre à la meule, de façon à éviter qu'ils ne déchirent draps ou papiers dans les manipulations postérieures.

3. *Finissage*. — Cette opération a été regardée fort longtemps comme extrêmement délicate. Nous tâcherons de montrer qu'il n'en est rien et que, grâce aux précieuses indications de M. Henry Le Chatelier, elle est extrêmement rapide.

Il faut distinguer deux points importants :

a) La préparation des matières nécessaires au polissage ;

b) Le polissage lui-même.

On peut dire que le succès de l'opération dépend presque entièrement du soin que l'on a apporté dans la préparation des matières que l'on utilise pour polir.

Le principe essentiel est de n'utiliser que des produits dont la grosseur des grains soit très régu-

¹ Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquée (23 juin au 1^{er} juillet 1907).

lière; aucune matière commerciale ne répond à ce desideratum. Il faut donc préparer soi-même les produits dont on a besoin. Pour cela, la matière choisie est broyée avec soin et mise en suspension dans l'eau; on laisse reposer un certain temps, qui varie avec chaque produit, et l'on rejette les grains grossiers qui se sont précipités, en siphonnant la liqueur qui surnage. Celle-ci est abandonnée à elle-même pendant une heure, deux heures, quatre heures, etc., et à chaque fois on siphonne la liqueur, tandis que l'on conserve précieusement les précipités correspondants, lesquels sont évidemment d'autant plus fins que le nombre des décautions est plus grand. Nous donnerons, avec quelques détails, la préparation de l'alumine dont nous nous servons ordinairement :

On prend de l'alun ammoniacal que l'on calcine; l'alumine ainsi obtenue est broyée au mortier pour désagréger les grumeaux formés. On la lave à plusieurs reprises avec de l'acide azotique au millième, avec de l'eau distillée, et, à la fin, avec de l'eau additionnée de 1 à 2 centimètres cubes d'ammoniaque par litre. Ces opérations ont pour but de dissoudre les différents sels, notamment les carbonate et sulfate de chaux qui pourraient se précipiter avec l'alumine, et de neutraliser la liqueur, qui pourrait contenir finalement un léger excès d'acide azotique.

Cela fait, l'alumine en suspension dans l'eau est placée dans un récipient de 1 ou 2 litres, et on laisse reposer pour venir décanter après un temps convenable.

M. Henry Le Chatelier conseille comme très avantageux l'emploi de l'appareil suivant, qui permet une séparation plus rapide : une pipette en verre de 1 litre de capacité, 30 centimètres de hauteur et un diamètre approprié, se terminant par une partie conique ayant une pente d'au moins $3/4$, qui empêche le dépôt de rester adhérent au verre, et possédant une ouverture inférieure de 3 millimètres de diamètre au maximum. On mastique cette pipette sur un robinet à pointeau en cuivre, qui porte une tubulure latérale pour l'aspiration.

Voici, d'après M. Henry Le Chatelier, le fonctionnement de cet appareil : « Ayant ouvert le pointeau et mis la tubulure latérale en communication avec une trompe à vide ou un appareil d'aspiration quelconque, on place la pointe de la pipette dans une grande capsule en porcelaine renfermant le mélange d'eau et d'alumine; on remplit ainsi la pipette et on ferme le robinet quand elle est pleine. On détache la communication avec la trompe et l'on abandonne au repos. Les parties les plus lourdes d'alumine tombent au fond. Pour les évacuer, il suffit d'ouvrir très légèrement le pointeau, de façon à laisser au début couler une goutte en

10 ou 20 secondes. Bien entendu, on ne doit pas laisser le robinet pointeau constamment ouvert. On l'ouvre seulement de temps en temps, pour faire écouler le dépôt que l'on voit très nettement se former dans la partie conique inférieure de la pipette. »

On rejette le dépôt qui s'est formé dans le premier quart d'heure et qui contient tous les grains grossiers; on décante ensuite après deux heures, quatre heures, et l'on met de côté le liquide qui surnage à ce moment.

L'alumine de deux heures ne peut être utilisée que pour les premières passes de polissage; l'alumine de quatre heures permet très bien d'obtenir un très bon polissage sur des métaux assez durs, tels que les aciers; pour des alliages plus mous, comme les laïtons, les alliages d'aluminium, il est nécessaire d'utiliser le liquide qui surnage après le dépôt de quatre heures et qu'il est inutile de sectionner.

Nous verrons un peu plus loin comment on utilise les produits ainsi préparés. A la place d'alumine, on peut traiter de la même façon l'oxyde de chrome provenant de la calcination du bichromate d'ammonium, l'oxyde de fer préparé en calcinant à l'air l'oxalate de fer.

Pour préparer l'émeri et la potée, M. Henry Le Chatelier opère de la façon suivante :

L'émeri 2 minutes du commerce est tamisé entre les tamis 150 et 200; on recueille donc les grains qui traversent le tamis de 150 et sont refusés par le tamis 200.

Pour la potée, on prend le produit le plus fin du commerce (60 à 120), on le lave au moyen d'un courant d'eau ascendant, se déplaçant avec une vitesse de 1 millimètre environ par seconde. On recueille toutes les portions entraînées par le courant.

Pour rendre pratique cette opération, M. H. Le Chatelier utilise l'appareil suivant, qu'il a décrit au Congrès de Liège (fig. 1) :

Un tube en verre A, de 40 centimètres de hauteur et 50 millimètres de diamètre, est fermé à ses deux extrémités par des bouchons en liège *a* et *b*. Le bouchon inférieur est traversé par un petit entonnoir en verre B, dont la queue sort à l'extérieur et dont la partie évasée entre dans le tube avec un jeu de quelques millimètres. Il est fermé à la partie supérieure par une toile métallique. L'eau est amenée au moyen d'un caoutchouc C par cet entonnoir, et la toile métallique divise le courant d'eau de façon à obtenir dès le début une vitesse à peu près uniforme. A une petite hauteur au-dessus de cet entonnoir est placé un double cône en clinquant D E, présentant la disposition suivante :

On prépare un cône complet en clinquant dont la hauteur soit à peu près égale à trois fois la base,

et on le coupe à moitié hauteur, ce qui donne, d'une part, un tronc de cône ouvert et, d'autre part, un cône de plus petite dimension. Le tronc de cône D est placé dans le tube, la partie étroite vers le bas, et le cône fermé E est placé au-dessus, la pointe tournée vers le haut, de telle sorte que le plan de sa base soit dans le plan de la base supérieure et la plus large du tronc de cône. Le bouchon supérieur est traversé au centre par un long tube de verre F de 3 millimètres environ de diamètre intérieur, qui descend jusqu'au-dessus de la pointe du petit cône et sert à amener l'émeri d'une façon continue.

Cet émeri glisse sur la surface du cône et, en la quittant, tombe dans le courant d'eau ascendant qui passe autour de la base du cône droit, par l'ouverture du cône renversé. Les parties les plus fines sont alors entraînées par le courant d'eau et les plus lourdes tombent au fond de l'appareil, où elles sont réunies autour de l'entonnoir; les parties entraînées montent vers le haut de l'appareil et sortent par un tube H fixé latéralement dans le bouchon supérieur.

Ce tube est recourbé en forme d'S et porte dans le bas de la courbure un petit trou à travers lequel le liquide entraînant l'émeri s'écoule au dehors de l'appareil. Le niveau du liquide se maintient dans la branche verticale ouverte à une hauteur qui varie avec le débit de l'eau, puisque, la section

verre renversée G et fermée par un bouchon; le flacon contient un mélange de potée et d'eau; cette potée s'écoule par son poids à travers le tube vertical et le débit dépend, bien entendu, du diamètre du tube à travers lequel se fait la chute. Un diamètre de 3 à 5 millimètres semble donner des résultats satisfaisants.

L'eau décantée, qui entraîne la potée fine, peut être reçue dans de grands vases, où on l'abandonne à la décantation.

Mais il est plus simple de l'envoyer dans un vase de section notablement plus considérable, par exemple un flacon I de 2 litres de capacité ayant environ 20 centimètres de diamètre, dans lequel la vitesse de circulation de l'eau, en raison de la section plus grande, est moindre que dans le tube vertical. La majeure partie de la potée s'y déposera et l'on perdra, ce qui ne peut qu'être avantageux, les parties les plus fines entraînées au dehors.

On peut se servir, pour cela, d'un flacon à deux tubulures. Le mélange d'eau et de potée arrive par une tubulure latérale au moyen d'un tube à entonnoir pénétrant à mi-hauteur dans le flacon. Son extrémité inférieure est effilée et recourbée horizontalement. En la dirigeant tangentiellement aux parois du flacon, on produit dans le liquide un mouvement de rotation qui favorise encore la séparation de l'émeri. L'eau s'écoule à la partie supérieure par la tubulure centrale.

Nous avons vu comment se préparent les matières à polir. Examinons maintenant comment on les utilise.

Aux laboratoires des usines de Dion-Bouton, où l'on polit une moyenne de 35 à 45 échantillons par jour, nous procédons de la façon suivante :

Après dégrossissage sur meule de carborundum et passage très léger sur une meule garnie d'émeri grossier, nous polissons la surface à examiner sur une série de papiers d'émeri du commerce n^{os} 0000 et potée 000; nous avons pu obtenir, d'une maison spécialisée dans la préparation de ces papiers, qu'elle nous fournisse un produit suffisamment régulier. Ces papiers sont purement et simplement maintenus avec une main sur une glace épaisse, tandis que l'autre main promène l'échantillon. Pour que l'opération soit rapide, il faut que l'échantillon soit frotté sur un papier dans un sens et sur le papier suivant dans le sens perpendiculaire, ceci afin qu'un papier puisse en quelque sorte effacer les raies créées par le précédent.

On peut activer l'action des papiers d'émeri en les humectant de térébenthine, la diminuer en répandant des corps gras, des savons, etc. (H. Le Chatelier).

Ceci fait, les dernières opérations consistent dans le polissage à l'alumine sur des disques tour-

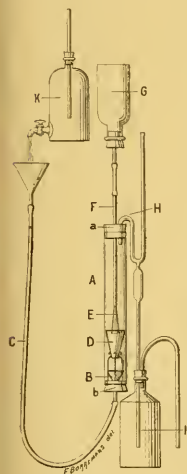


Fig. 1. — Appareil de M. Le Chatelier pour la préparation de l'émeri à polir. — A, tube en verre fermé par les bouchons a et b; B, entonnoir en verre; C, caoutchouc amenant l'eau du récipient K; D, tronc de cône ouvert; E, cône fermé; F, tube amenant l'émeri du récipient G; H, tube d'entraînement des matières légères, qui se réunissent dans le vase I.

de l'orifice d'écoulement étant constante, il faut nécessairement, pour faire varier le débit, changer en même temps la pression hydrostatique. C'est là le dispositif de l'appareil de Schöne.

On détermine dans une expérience préalable à quelle hauteur de l'eau correspond un débit donné, et chaque fois que l'on veut faire un lavage dans les mêmes conditions avec le même appareil, il n'y a qu'à ramener l'eau au même niveau.

Pour introduire l'émeri d'une façon continue par le tube central, celui-ci est raccordé au moyen d'un caoutchouc à un tube pénétrant dans une fiole en

nant à grande vitesse. Ceux dont nous nous servons sont constitués par du bois très sec, sur lequel est appliqué un disque de zinc bien plan; on vient tendre sur l'ensemble du drap militaire, que l'on a soin de très bien laver et frotter de façon à éviter tout corps étranger. Il est utile que le drap ait une certaine épaisseur et qu'il soit parfaitement tendu.

On commence par polir à l'alumine de deux heures, puis de quatre heures, et, s'il est nécessaire, à l'alumine plus fine.

Pour utiliser dans les conditions les meilleures l'alumine préparée suivant les indications données plus haut, on la place en suspension dans l'eau d'un vaporisateur, lequel permet une excellente répartition de la poudre à polir (M. Le Chatelier).

La photographie que nous donnons (fig. 2) représente l'atelier de polissage des usines de Dion-Bouton; la salle est *exclusivement* réservée à l'opération du finissage; le dégrossissage et le passage sur papier ont lieu dans un autre atelier, de façon à éviter que les grains d'émeri ne se portent pas

sur les meules de drap. On voit quatre meules qui sont affectées à des grosseurs d'alumine différentes, deux servant cependant à l'alumine de quatre heures, qui est l'opération la plus fréquente. On a utilisé des tourets ordinaires de polisseurs, qui sont commandés indirectement par une dynamo dont on peut régler la vitesse; ces meules tournent ordinairement à une vitesse de 800 tours.

Sous chaque meule se trouve une cuvette d'eau à grande surface, qui recueille la poussière qui peut se produire; de plus, le sol de la salle est

huilé; les murs, peints au ripolin, sont tenus dans un état de propreté aussi grand que possible, et seule pénètre dans cette salle la personne qui doit polir. Un compresseur, qui dessert tous les laboratoires, donne l'air nécessaire à la marche des vaporisateurs.

Avec une telle installation, nous arrivons à polir les aciers en dix minutes, les alliages de cuivre

en vingt minutes pour les plus durs, en une demi-heure à peine pour les plus tendres.

Dans le modèle de touret que nous utilisons, les plateaux sont maintenus sur l'arbre au moyen d'un écrou. M. Osmond a pensé qu'il était plus rationnel d'éviter cet écrou, dans le joint duquel peut se glisser de la poussière, et a préconisé l'emploi de plateaux vissés à l'extrémité même de l'arbre; cette disposition présente l'avantage d'offrir une plus grande surface plane.

M. Henry Le Chatelier opère comme suit :

Les matières utilisées pour le polissage sont l'émeri, la potée d'émeri et l'alumine préparée comme nous

l'avons indiqué plus haut; on les met en suspension dans un savon, qui, après dessiccation, reste encore mon et plastique. On ne peut pas employer le stéarate de soude pur; le savon noir est à recommander; on a soin de filtrer le savon à 100° avant son utilisation, de façon qu'il ne renferme aucun grain dur.

Comme support des matières à polir, M. Le Chatelier conseille une flanelle très fine étendue sur une glace et maintenue à l'état de tension convenable sur une petite planche à dessin avec des rai-

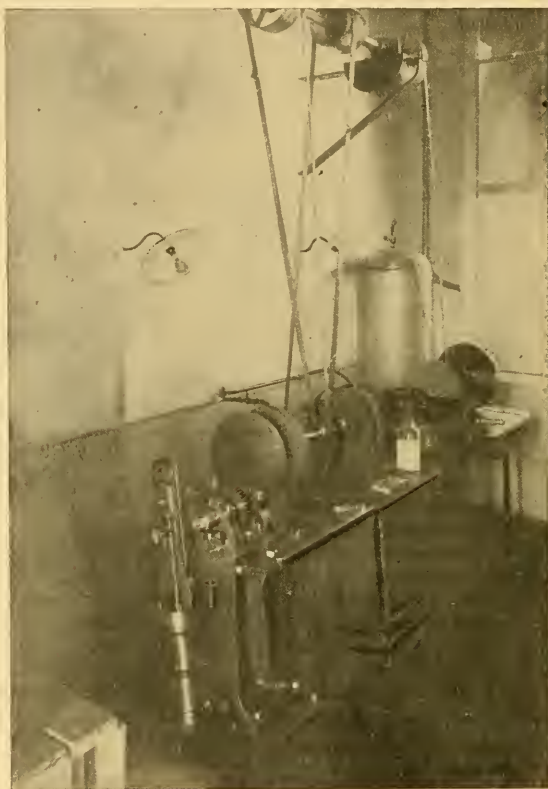


Fig. 2. — Salle spéciale pour le finissage (Usine de Dion-Bouton).

nures à réglottes; mais, pour l'alumine, les disques tournant à une certaine vitesse sont préférables.

Il nous faut ici citer plusieurs cas particuliers de polissage. Tout d'abord, il arrive fréquemment que l'échantillon à observer présente une faible surface: c'est notamment le cas pour les fils; les moyens les plus simples consistent à enserrer le métal dans une pince présentant une certaine épaisseur et de polir l'ensemble ou encore de placer le fil dans un alliage fondant à basse température et de polir le tout.

On peut encore avoir à examiner un copeau de métal; on peut procéder de la même façon en le plaçant à plat dans un alliage ramolli par un léger chauffage.

Nous laissons de côté les difficultés que présente l'observation de grosses pièces de lingots, de barres volumineuses, dont le découpage peut nécessiter des opérations très coûteuses. Nous reviendrons plus loin, en détail, sur ce cas très fréquent.

Un dernier point intéressant à noter est l'observation des métaux ou alliages mous, qui sont particulièrement délicats à polir.

Ewing et Rosenhain ont proposé de couler le métal fondu sur une lame de verre ou d'acier: M. H. Le Chatelier indique de placer une lame de verre ou de mica dans le métal fondu et de laisser refroidir. On peut alors observer le métal en le séparant du corps étranger. Ces méthodes ont cependant un gros inconvénient: elles produisent sur le métal fondu un refroidissement brusque, qui peut entièrement changer la constitution, comme nous le verrons en détail dans la seconde partie de cette étude.

Enfin, avant d'achever ce qui a trait au polissage, nous tenons à attirer tout spécialement l'attention sur le point suivant: un alliage parfaitement poli, ne présentant aucune raie visible sous des grossissements de 500 à 1.000 diamètres, peut très bien, après l'attaque, montrer des raies qui n'indiquent nullement un constituant spécial, mais proviennent de ce que l'érouissage, dû au polissage, a créé des zones d'attaque plus faciles.

Nous avons noté ce phénomène avec de nombreux alliages, notamment avec des aciers au silicium, des ferro-tungstènes, des ferro-chromes, etc.

§ 2. — Attaque.

Les méthodes d'attaque que l'on peut utiliser peuvent se classer comme suit:

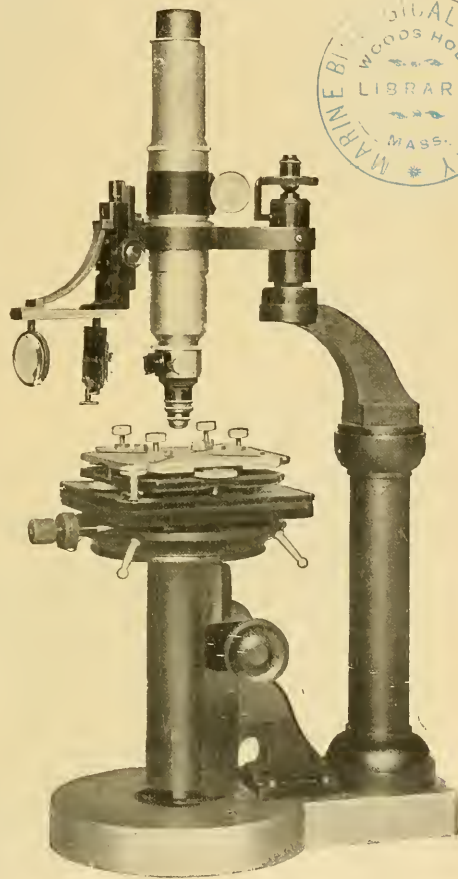


Fig. 4. — Microscope vertical Nachet.

- 1° Polissage en bas-relief;
- 2° Polissage-attaque;
- 3° Attaque par électrolyse;
- 4° Attaque directe par un réactif approprié.

Cette dernière méthode est assurément la plus usitée.

Le polissage en bas-relief est basé sur ce fait que les divers éléments d'un produit non homogène tendent à s'user inégalement; si donc on polit

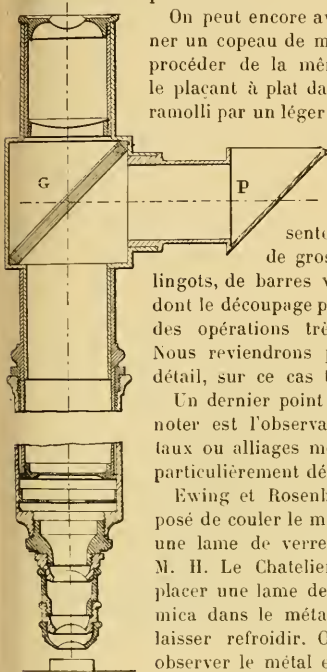


Fig. 3. — Microscope avec éclairage Cornu-Charpy. — G, plaques minces en verre réfléchissant la lumière provenant du prisme à réflexion totale P.

l'échantillon sur une surface qui use certaines parties en en respectant d'autres, on pourra différencier les constituants. Pour faire le polissage en bas-relief, il faut utiliser une matière qui épouse bien toutes les aspérités de la surface. M. Osmond a conseillé le parchemin, que l'on tend mouillé sur du bois dur et que l'on humecte, au moment de l'utiliser, avec une poudre aussi fine que possible, telle que le sulfate de calcium précipité. Généralement, quand on polit sur un substratum assez mou, par exemple sur disque en feutre, on obtient facilement le bas-relief. On peut même ajouter qu'il est bien rare qu'en observant un échantillon poli par la méthode ordinaire, on ne voie pas trace de bas-relief, s'il peut se produire. L'examen au microscope d'un échantillon simplement poli est donc souvent fort intéressant et instructif.

produit ne réagissant qu'au moment du polissage.

Ce phénomène s'explique par l'action de frottement. Comme réactifs à utiliser dans ce cas, M. Osmond a conseillé l'extraite aqueux de la racine de réglisse (coco) ou mieux une solution à 2 % en poids de nitrate d'ammonium. Cette méthode d'attaque est généralement abandonnée.

L'électrolyse a eu également son heure de succès; elle est délaissée actuellement. On utilisait une liqueur qui, en temps ordinaire, est sans action sur l'alliage que l'on observe, mais qui l'attaque lorsque l'on fait passer le courant électrique, lequel décompose le réactif en ses éléments, dont l'un agit. L'avantage particulier de cette méthode résidait surtout dans la facilité que l'on avait de régler l'attaque, en augmentant plus ou moins l'intensité du courant et la dilution du réactif.

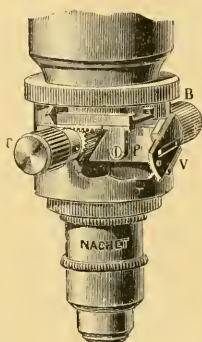


Fig. 5. — Eclairer Guillemin-Nachet. — B, C, boutons moletés; P, prisme à réflexion totale.

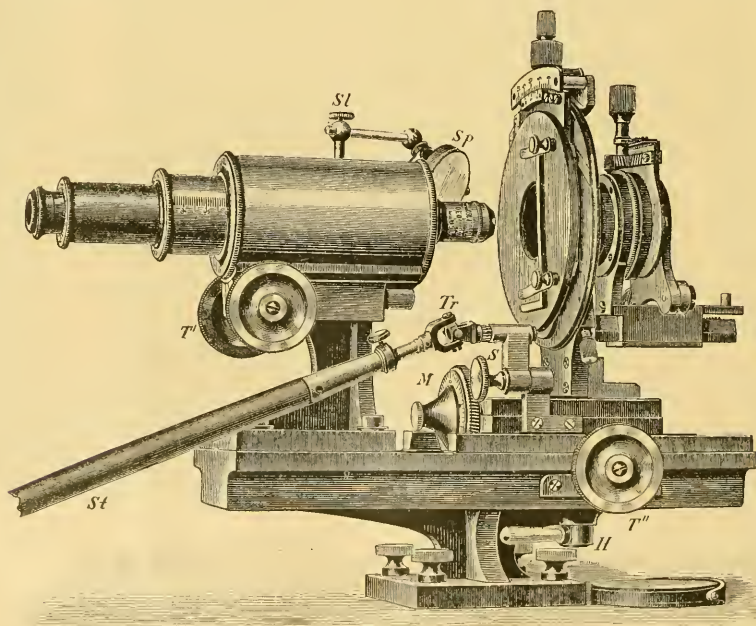


Fig. 6. — Microscope Zeiss pour l'observation métallographique. — T', bouton qui commande le mouvement rapide du tube; T'', bouton qui commande le mouvement rapide de la platine; M, levier qui bloque ce mouvement; M, bouton qui actionne le mouvement lent de la platine; Tr, pignon qui permet de manœuvrer à distance la vis micrométrique et qui est relié à la tige S; S, vis immobilisant le bras tournant qui porte le pignon Tr; S', miroir qui permet d'éclairer par réflexion et qui est maintenu en place par une tige et la vis S'.

Le polissage-attaque, indiqué d'abord par M. Osmond, consiste à produire l'attaque par un

La méthode la plus usitée, on peut même dire la seule employée actuellement, est celle des réactifs

proprement dits. Ils diffèrent beaucoup, et comme composition, et comme dilution, avec le métal à observer.

Dans la seconde partie, nous indiquerons les principaux réactifs et leur utilisation.

Mais nous voulons déjà attirer l'attention sur deux points :

1° Le véhicule qui est utilisé pour amener à l'état de dilu-

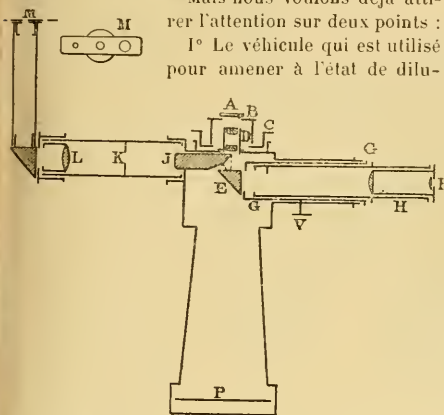


Fig. 7. — Microscope Le Chatelier. Schéma de l'ancienne disposition. — A, métal à observer; B, rapport de mise au point, reposant sur une monture C; G; D, objectif renversé; E, prisme à réflexion totale; F, oculaire horizontal; J, K, L, M, lentilles et diaphragme constituant le dispositif d'éclairage.

tion voulu le réactif a une importance très grande. Comme nous le verrons, les résultats sont souvent bien plus nets avec une solution alcoolique d'acide chlorhydrique qu'avec une solution aqueuse du même acide, etc. D'ailleurs, des études récentes, notamment celle de M. Kourbatoff, sur laquelle nous aurons à revenir, ont parfaitement mis en lumière ce rôle important du véhicule.

2° Il y a toujours grand intérêt à utiliser des réactifs dilués, de façon à éviter toute action brutale et à pouvoir suivre toutes les phases de l'attaque, ce qui a une très grande importance pour l'interprétation des résultats obtenus.

§ 3. — Observation microscopique.

La métallographie procède à l'examen des alliages polis et attaqués par réflexion et non par transparence. Il faudra donc que les microscopes permettent l'éclairage de la surface polie. C'est là, en somme, leur principale particularité, qui les éloigne parfois du type classique.

Nous rappellerons le principe des principaux types de microscopes et nous insisterons d'une façon toute spéciale sur l'appareil de M. Henry Le Chatelier et ses derniers perfectionnements, qui ont rendu la méthode de la métallographie si pratique.

Le microscope avec éclairage Cornu-Charpy (fig. 3) a été utilisé pendant quelques années, notamment par M. Charpy pour ses études si remarquables sur les laitons, les antifrictions, etc.; c'est un microscope ordinaire; il a donc son axe vertical; il est muni de l'oculaire éclairant Cornu-Charpy. Dans le modèle Cornu, l'appareil comporte quatre lames minces G en verre, qui sont superposées et placées à 45° au-dessous de l'oculaire. Une ouverture P, placée sur le côté, permet de faire tomber sur ces glaces un faisceau lumineux, qui est réfléchi partiellement suivant l'axe de l'appareil et vient éclairer la surface métallique. Le perfectionnement apporté par M. Charpy consiste dans l'utilisation d'un prisme à réflexion totale, remplaçant l'ouverture P; ce prisme est monté dans un tube qui peut tourner autour de son axe d'une part, et autour de l'axe du microscope d'autre part; on peut donc, sans déplacement du microscope, utiliser la lumière située en un point quelconque de l'espace.

L'appareil Nachet, qu'utilisent quelques métallographes, notamment MM. Osmond, Guillemin, est un microscope ordinaire (fig. 4), que l'on manut d'un

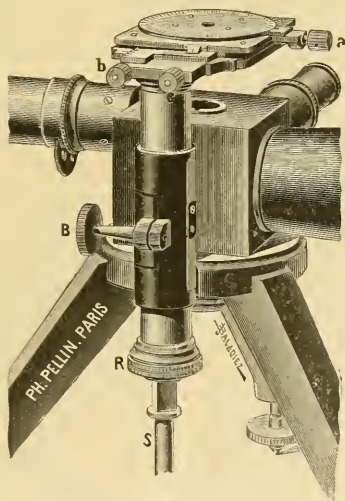


Fig. 8. — Microscope Le Chatelier, avec nouvelle disposition de la mise au point. — B, glissière à collier de serrage; R, mouvement lent micrométrique, qui peut être actionné par un fil souple S; a, b, c, boutons pour le déplacement de la platine.

éclaireur spécial dû à ce dernier savant. Cet appareil (fig. 5) est formé d'un prisme à réflexion totale P, dont une surface forme lentille; la disposition de ce prisme est telle que la face réfléchissante ne se trouve que sur la moitié au plus de la section du microscope. Deux boutons molletés B et C, placés

sur le côté de l'appareil, permettent d'avancer ou de reculer l'appareil, ou même de lui donner une certaine inclinaison.

Dans le dernier modèle construit par la maison Nachet, la platine, qui est mobile et tournante, se meut indépendamment du corps, tout en permettant son déplacement et son orientation. Cette disposition est nécessaire pour que le produit à examiner puisse rester fixe pour l'éclairage.

L'appareil Zeiss est utilisé dans différents laboratoires, notamment au Laboratoire fédéral d'Essai des matériaux (Polytechnicum de Zurich), au Laboratoire de Charlottenburg, et dans quelques usines et universités allemandes. Il est connu aussi sous le nom de *Statif Martens*, du nom du savant métallographe allemand qui l'a inventé. La caractéristique de l'appareil réside dans le point suivant :

Au lieu d'opérer la mise au point en déplaçant le tube, comme on le fait dans la plupart des microscopes, on l'obtient ici en déplaçant la platine.

L'appareil (fig. 6) a son axe horizontal.

En Angleterre, on utilise surtout l'appareil Zeiss; au laboratoire des usines Héccla, de Sheffield, que dirige M. Hadfield; à l'Université de Sheffield, à la tête de laquelle se trouve M. Arnold; au *Physical Laboratory* de Londres, c'est bien ce microscope qui est en usage.

En Amérique, on emploie particulièrement le microscope Sanveur, qui est un microscope à axe vertical dans lequel l'éclairage est obtenu au moyen d'une glace inclinée à 45° sur l'axe de l'appareil et placée près de l'objectif.

Le microscope de M. Henry Le Chatelier, qu'il nous reste à décrire, a considérablement contribué au progrès de la Métallographie. En effet, on verra par sa description combien il est simple et de manipulation facile. Il est caractérisé par la position de l'objectif, qui est renversé, et de l'oculaire, qui a son axe horizontal.

La figure 7 représente la coupe de l'appareil. Le métal à observer est placé en A, l'objectif renversé est en B; l'oculaire horizontal F reçoit l'image par l'intermédiaire du prisme à réflexion totale E. La mise au point était obtenue dans le premier modèle par l'intermédiaire d'un rapport B, qui repose par trois pointes sur une monture à vis G entourant l'objectif.

Dans le modèle actuel (fig. 8), la mise au point se fait à l'aide d'une platine montée sur une colonne latérale construite comme celle des microscopes ordinaires; on peut disposer de deux mouvements : une glissière B à collier de serrage sert pour la mise au point rapide; un mouvement lent micrométrique R permet d'achever la mise au point. De plus, ce mouvement peut

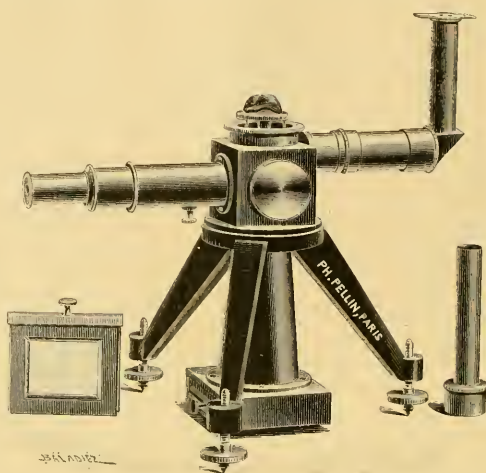


Fig. 9. — Microscope Le Chatelier. Vue extérieure de l'ancienne disposition.

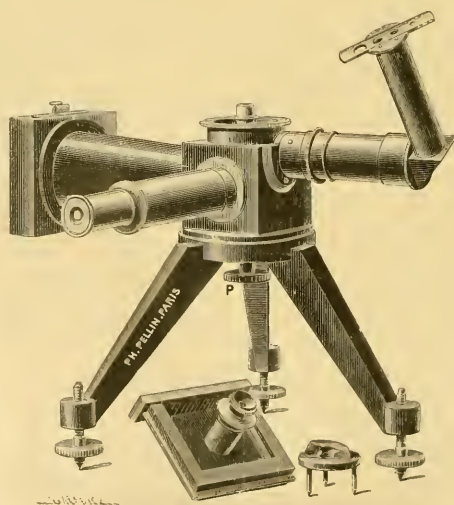


Fig. 10. — Microscope Le Chatelier. Vue extérieure de la nouvelle disposition.

être obtenu à distance au moyen d'un fil souple S : ceci a son importance, comme nous le verrons au point de vue photographique.

La platine actuelle est à trois mouvements : deux chariots marchent perpendiculairement et leurs déplacements sont notés sur des divisions à vernier. Quant au troisième mouvement, c'est une rotation, également repérée autour de l'axe. Il est enfin à noter que, dans le modèle actuel, aucun organe ne dépasse la platine et que l'on peut, par conséquent, observer des échantillons volumineux.

Examinons maintenant comment est obtenu l'éclairage dans le microscope de M. Henry Le Chatelier : un tube droit ou coudé, terminé par un diaphragme variable M (fig. 7), envoie directement, ou par l'intermédiaire d'un prisme à réflexion totale, un faisceau lumineux provenant d'une source lumineuse quelconque sur un prisme J, qui le réfléchit suivant l'axe de l'objectif. Le diaphragme est placé au foyer de tout le système, qui est formé par une lentille L, le prisme éclairateur et l'objectif. Un diaphragme K arrête les rayons autres que ceux qui tombent sur la préparation à examiner.

Actuellement, le diaphragme est placé sous l'objectif, aussi rapproché que possible de la lentille arrière. On peut monter une série de diaphragmes de diamètres différents sur un disque mobile, que l'on fait tourner à volonté de l'extérieur par une simple pression du doigt. On peut ainsi, par un léger déplacement du diaphragme, réaliser un éclairage oblique, qui met en vue certaines dénivellations des surfaces attaquées.

On voit, d'ores et déjà, les grands avantages que

présente l'appareil de M. Henry Le Chatelier, dont la vue extérieure est donnée par les figures 9 et 10 : il ne nécessite qu'une seule face plane, il ne demande aucune manipulation délicate pour amener l'axe optique de l'appareil à être perpendiculaire à la surface que l'on veut observer, ce qui s'obtient dans les appareils verticaux par tâtonnements et en plaçant le métal dans une cire assez malléable ; il permet d'observer de grandes surfaces, des pièces volumineuses ; enfin, l'opérateur pouvant s'asseoir devant l'oculaire qui est horizontal, les observations ne sont nullement fatigantes.

Nous verrons plus loin les avantages de cet appareil au point de vue photographique.

§ 4. — Photographie.

Tout au début de la micrographie, on s'est contenté de reproduire au moyen d'une chambre claire l'image obtenue. La reproduction était trop inexacte et l'on chercha rapidement à utiliser la photographie.

Dans les appareils verticaux (fig. 11), on place, au-dessus de l'appareil, une chambre verticale, qui est maintenue par deux colonnettes verticales et vient s'emboîter dans une collerette qui entoure l'objectif. Pour permettre l'observation, la chambre peut pivoter autour d'une des petites colonnes.

L'inconvénient d'une telle disposition réside dans une manipulation très difficile, de par la hauteur de l'appareil, et très délicate, de par l'orientation de la face à observer qui se trouve à une grande distance de la plaque photographique.

La maison Nachet a préconisé un dispositif horizontal (fig. 12), qui se rapproche de celui qu'on utilise au Laboratoire de Charlottenbourg : la chambre est reliée au microscope par une série de tubes ; la porte O permet l'introduction d'oculaire de projection ; enfin, une tige T, dont l'extrémité se termine par un bouton C, permet la mise au point en agissant par un ressort R sur la vis micrométrique H.

Avec le *Statif Martens*, il suffit d'avoir une cham-

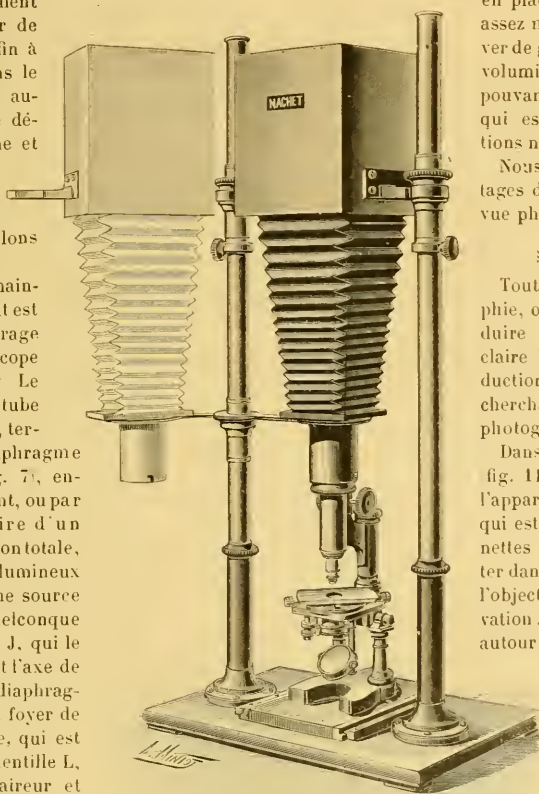


Fig. 11. — Appareil Nachet avec chambre photographique verticale.

bre photographique horizontale, qui vient se raccorder avec l'oculaire du microscope (fig. 13). Mais, au lieu d'utiliser le miroir dont nous avons parlé précédemment pour l'éclairage, on préfère employer un *illuminateur* qui rappelle beaucoup l'éclairéur

et l'on peut, en desserrant la vis V, attirer tout le système en arrière, de telle sorte qu'aucun rayon ne tombe sur le prisme E. L'image de l'objet placé en A, ayant traversé l'objectif D, tombe alors verticalement sur une plaque photographique placée en

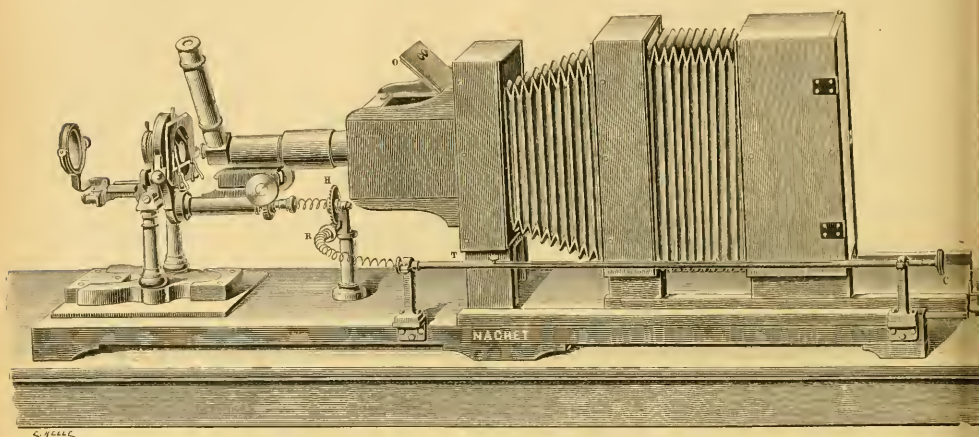


Fig. 12. — Appareil Nachet, avec chambre photographique horizontale. — O, porte pour l'introduction d'oculaire de projection; G, T, tige pour la mise au point; R, ressort; H, vis micrométrique.

Guillemin-Nachet. Sur les photographies que nous donnons de l'installation du Laboratoire du Polytechnicum de Zurich (fig. 14), on voit l'ensemble des appareils utilisés pour l'éclairage.

L'appareil de M. Henry Le Chatelier joint, aux

P. Si l'on veut obtenir un grossissement plus fort, on place en P un oculaire de projection et au-dessous une chambre noire qui, à distance convenable, renferme le châssis et la plaque sensible. Le gros inconvénient de cette disposition réside

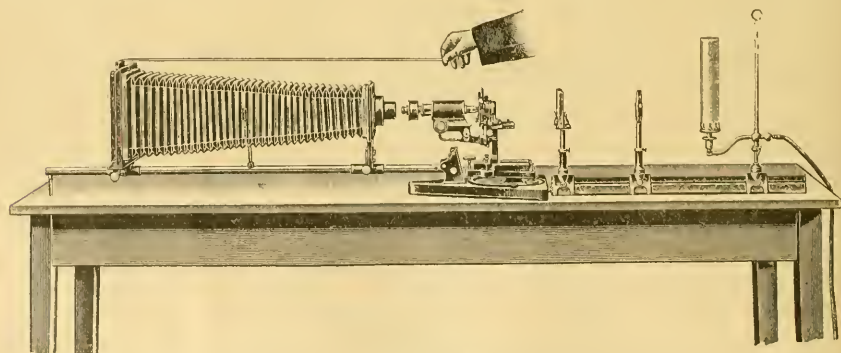


Fig. 13. — Dispositif général du Statif Martens pour la photographie.

qualités que nous avons déjà énumérées, une grande facilité de l'exécution photographique.

Dans le premier modèle (fig. 7), le prisme à réflexion totale E est monté dans un tube mobile G, qui peut être fixé au tube extérieur par la vis de serrage V. Le tube G coulisse dans le tube extérieur

dans ce que la mise au point directe est impossible.

Actuellement, le prisme à réflexion totale est monté sur un axe qui permet de le faire pivoter de 90° et de diriger l'image soit dans l'oculaire, soit dans une chambre horizontale qui permet de voir ce que l'on photographie comme dans un appareil

quelconque. Ceci nécessite un prisme à réflexion totale très bien travaillé, pour qu'il ne nuise pas à la netteté de ces images.

Le dernier modèle du microscope de M. Henry Le Chatelier permet de monter tout l'appareil sur un banc métallique comme le banc d'optique (fig. 15) ; on peut obtenir ainsi une stabilité très grande, particulièrement nécessaire pour la photographie. L'ensemble se compose alors d'une

sont parfois dangereuses et son emploi entraîne à des temps de pose très longs.

Nous avons employé pendant longtemps la lumière oxyhydrique ; mais, sur les conseils de M. Henry Le Chatelier, nous utilisons depuis quelque temps une lampe Nernst à deux gros filaments, consommant un ampère par filament. On arrive avec un tel éclairage à des temps de pose relativement très courts.

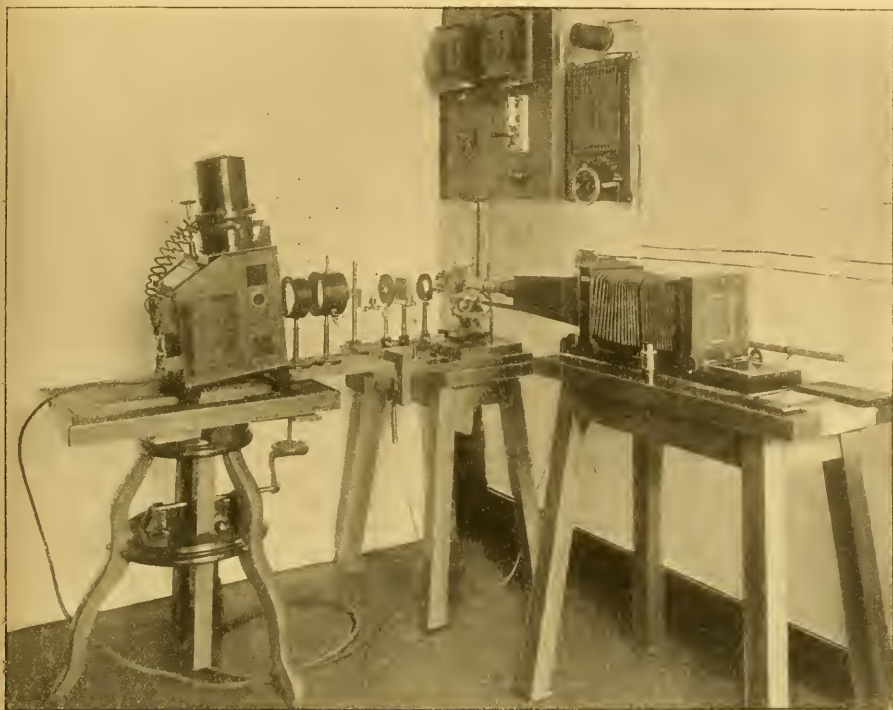


Fig. 14. — Ensemble des installations du Polytechnicum de Zurich pour la photomicrographie. (Appareil Zeiss.)

lampe Nernst N, d'une cuve absorbant certains rayons F, d'une lentille L, du microscope M et de la chambre photographique C, le tout monté sur le banc S.

Un dernier point à étudier est l'éclairage. Pour l'observation, un bec à incandescence quelconque est suffisant. Pour la photographie, il faut utiliser une autre source. M. Henry Le Chatelier a recommandé la lampe à arc de mercure, qui permet d'utiliser la radiation monochromatique indigo en arrêtant les radiations ultra-violettes au moyen d'une cuve à sulfate acide de quinine. Mais cet appareil est extrêmement fragile ; ses ruptures

Si l'on veut avoir plus de netteté, on peut utiliser des plaques isochromatiques et interposer une solution d'acide picrique à 1 % sous une épaisseur de 1 centimètre ; avec les objectifs apochromatiques de Zeiss et des plaques photographiques ordinaires, on obtient des images suffisamment nettes pour les usages courants (Henry Le Chatelier, conférence du Congrès de Liège).

En terminant, nous tenons à insister sur la rapidité d'une observation micrographique ; quand on est bien outillé, on arrive aisément à polir, attaquer, examiner et photographier en 15 à 18 minutes. L'an dernier, dans une conférence que nous

avons faite à l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, nous avons pu, en opérant sur un antifriction, composé d'étain, plomb, antimoine et cuivre, scier le petit lingot, le polir, l'examiner, le photographier et projeter l'image

impossible à pratiquer sur pièces finies, dont on ne peut sacrifier aucune partie.

Nous avons pensé que, dans ces conditions, il était intéressant de créer un appareil portatif qui puisse se fixer sur un lingot, une colonne, une

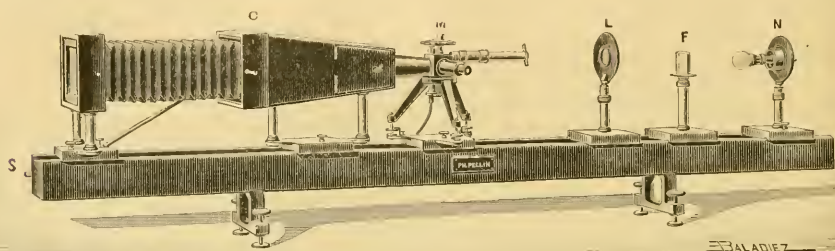


Fig. 15. — Ensemble du nouveau modèle de l'appareil de M. Le Chatelier. — N, lampe Nernst; F, cuve à absorption; L, lentille; M, microscope; C, chambre photographique; S, banc d'optique.

en un quart d'heure à peine. Il est donc incontestable que la métallographie est la méthode la plus rapide, et souvent la plus précise, pour arriver à la connaissance de la constitution d'un produit métallurgique; elle est assurément la moins coûteuse.

§ 5. — Trousse de Métallographie.

Nous avons déjà fait allusion aux difficultés que présente l'examen de grosses pièces; le découpage

pièce quelconque et qui puisse cependant être utilisé pour l'examen fixe; il était, de plus, nécessaire d'avoir sous la main toutes les meules pour polir la pièce à examiner sans avoir à la remuer. On peut toujours, en effet, trouver sur une pièce, quelle qu'elle soit, une surface de 1 à 2 centimètres carrés que l'on puisse polir légèrement.

Nous avons alors établi avec M. Pellin la trousse métallographique, qui est représentée par la figure 16; elle comprend : 1° un moteur à courant continu qui permet de faire tourner à grande vitesse un souple sur lequel on vient fixer des meules pour le polissage; 2° des limes, des papiers d'émeri, une boîte de réactifs, les vaporisateurs pour alumine, deux objectifs; 3° le microscope.

Celui-ci est à axe vertical; l'éclairage en est obtenu par un moyen identique à celui que nous avons décrit pour l'appareil de M. Le Chatelier. Il peut venir se fixer sur un objet quelconque, soit par un étau, soit par des lanières.

On a cherché ainsi à faire un appareil d'un prix peu élevé et ne devant servir qu'à l'observation.

Une telle trousse peut servir dans de très nombreux cas : nous indiquerons, par exemple, la reconnaissance des lingots métalliques, la vérification rapide de la teneur en carbone de barres d'acier, de la teneur en cuivre de lingots de laiton, etc., tous exemples que l'on comprendra aisément lorsque nous aurons étudié, dans la seconde partie, la constitution des alliages industriels.

Léon Guillet,

Docteur ès sciences.
Ingénieur des Arts et Manufactures.

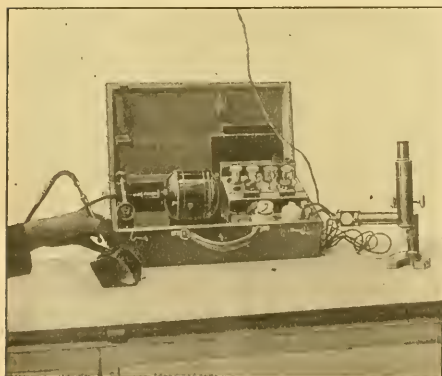


Fig. 16. — Trousse de métallographe. — A droite, le microscope avec l'éclairage; à gauche, le moteur et l'appareil à polir.

de petits morceaux de métal peut nécessiter des manipulations longues et coûteuses; il est parfois

LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

Un progrès dans la portée pratique est facile à apprécier fait entrer, cette année, la photochromie dans une phase nouvelle. En effet, la préparation industrielle des plaques « autochromes » va mettre à la portée de tous la reproduction de l'image de la chambre noire, avec la variété infinie de ses nuances et l'éclat de son coloris, sans aucun changement au matériel actuel et sans exiger d'autres manipulations que celles dont les photographes ont depuis longtemps l'habitude.

Il ne faudrait, cependant, pas en conclure que le problème se trouve, par là même, complètement et définitivement résolu. Dans certaines applications, — et nous verrons bientôt que ce sont les plus importantes, — il faudra encore recourir d'autres solutions, en sorte qu'il est intéressant de savoir ce qu'est susceptible de donner chacun des principaux procédés photochromiques actuellement connus : l'examen comparatif que nous allons essayer d'en faire montrera ce qui est acquis dès à présent et ce qui reste encore à découvrir.

I. — MÉTHODE INTERFÉRENTIELLE.

Théoriquement, c'est une merveille de simplicité : une émulsion transparente et sans grain adossée à une couche de mercure doit suffire à fournir une image stratifiée en lames minces entre lesquelles peuvent seuls se réfléchir les rayons de même longueur d'onde que ceux qu'a transmis l'objectif. Mais, en pratique, les difficultés se dressent, si nombreuses, les insuccès se multiplient, si déconcertants, que les opérateurs, même les plus habiles, finissent par y renoncer, peu à peu découragés par l'impossibilité de se rendre maîtres du procédé.

L'incertitude et l'irrégularité des résultats, l'instabilité des émulsions (d'où résulte la nécessité, pour le photographe, de préparer soi-même ses plaques, au fur et à mesure de ses besoins), la longueur de la pose ne sont pas, d'ailleurs, les seuls inconvénients. L'image interférentielle ne montre ses couleurs que dans des conditions déterminées d'éclairage et d'examen, qui en restreignent naturellement l'intérêt. Ce n'est là, à vrai dire, un défaut qu'au point de vue artistique, mais il en est un autre qui doit être pris en sérieuse considération, même par ceux qui n'envisagent la question qu'au point de vue documentaire : je veux parler de l'exactitude du coloris.

M. Pfander a montré¹, dans une étude qui a été résumée ici même², en quoi la méthode de M. Lippmann laisse encore à désirer. La conclusion de ses expériences est que les succès obtenus par quelques opérateurs seraient dus soit au choix de sujets à couleurs presque homogènes, tels que perroquets ou vases peints, soit à une telle diversité et à une telle répartition des mélanges de couleurs, que les franges perturbatrices n'éteindraient aucune nuance et auraient seulement pour effet de répandre un voile général : ce serait le cas, notamment, pour les paysages, qui sont généralement ternes.

Ces conclusions concordent, d'ailleurs, avec les résultats des recherches entreprises, il y a quelques années, par M. Alphonse Blanc, de Laval.

Si l'on frotte l'image interférentielle, de façon à enlever la couche superficielle, on aperçoit, le plus souvent, une sous-couche couleur d'or dont l'aspect varie avec la durée du développement et suivant que la couche sensible était, ou non, en contact avec le miroir de mercure. M. Blanc explique cette particularité en supposant que l'argent est réduit par le révélateur, non pas sous la forme normale, mais sous la forme allotropique, couleur d'or, jadis étudiée par Carey-Lea. La nuance propre des lames minces aurait pour effet de fausser le coloris. M. Blanc est d'avis que, si l'on parvient à éviter la formation du métal allotropique, on obtiendra plus facilement des images correctes, qu'il a d'ailleurs déjà pu réaliser, dans certaines circonstances déterminées³.

Enfin, une observation personnelle me conduit à émettre quelques doutes sur la conservation des images interférentielles. J'ai eu l'occasion de voir, à deux reprises et à douze ans d'intervalle, le même cliché (c'était l'un des premiers spectres reproduits par M. Lippmann) : la première fois, les couleurs s'y montraient admirables de pureté ; la seconde fois, le cliché était méconnaissable, tant elles avaient pâli. Cette altération rapide peut, évidemment, n'être qu'accidentelle et résulter d'un manque de soins, mais rien n'empêche de l'imputer à l'extraordinaire ténuité des couches d'argent réduit, dont l'épaisseur moyenne n'est, comme on le sait, que de 1/4000 de millimètre. Dans tous les procédés aux sels d'argent, l'exiguité du grain est une

¹ *Drude's Ann. der Physik*, t. XV, p. 371.

² *Revue générale des Sciences*, 1905, p. 100.

³ Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne. Session de 1902.

cause d'altération notoire : il est constant que, sur les épreuves au gélatino-bromure, les demi-teintes pâliscent et disparaissent les premières, et, par ailleurs, les astronomes qui travaillent à la carte du Ciel savent, depuis quelques années, que leurs clichés seraient bientôt inutiles, s'ils ne prenaient la précaution de les faire reproduire, au plus tôt, à l'aide de procédés inaltérables. En effet, le Dr Roberts s'est aperçu que les faibles dépôts d'argent qui constituent l'image des étoiles s'affaiblissent avec le temps et finissent par disparaître complètement. C'est ainsi qu'il a trouvé qu'au bout de neuf années et trois mois de garde, *trente-trois pour cent* des images stellaires avaient disparu¹.

Pour que le lecteur soit complètement au courant de l'état actuel de la méthode interférentielle, il ne nous reste plus qu'à signaler brièvement l'intéressante variante que M. Lippmann a fait connaître l'an dernier². La couche, composée de gélatine, d'albumine ou de cellulose, est sensibilisée au bichromate de potasse et mise, comme d'habitude, en contact optique avec un miroir de mercure. Les maxima lumineux créés par interférence rendent la couche imperméable, de telle sorte qu'après la pose, si l'on humidifie la plaque, les régions correspondant aux minima absorbent seules le liquide. Il en résulte, dans l'épaisseur de la couche, des indices de réfraction différents, superposés en lames minces qui reproduisent les couleurs du modèle. Ces couleurs disparaissent, dès que la plaque est sèche, pour reparaitre aussitôt qu'on la mouille de nouveau.

Dans le but d'avoir une image visible à sec, M. Lippmann lave la plaque, d'abord dans un iodure alcalin, puis dans du nitrate d'argent. Il se forme ainsi, dans les plans correspondant aux minima, qui seuls ont absorbé les deux réactifs, un dépôt d'iodure d'argent blanc. Les couleurs fixées de la sorte sont très brillantes; mais il va sans dire que la sensibilité de la préparation bichromatée, suffisante pour de simples copies par contact, ne l'est plus lorsqu'il faut opérer à la chambre noire, le temps de pose se trouvant alors prolongé dans des proportions inadmissibles.

II. — PROCÉDÉ PAR SUPERPOSITION DE COULEURS ÉLÉMENTAIRES.

Inventé en 1867 par Ch. Cros et M. Ducos du Hauron, ce procédé, généralement connu sous les qualificatifs d'*indirect* ou *trichrome*, est resté, pendant un quart de siècle, en butte à une hostilité incompréhensible. Il a fallu que les typographes

américains, avec l'instinct pratique qui caractérise leur race, eussent l'idée d'en étudier les ressources et de le lancer, pour que l'industrie européenne se décidât enfin à en tirer parti.

Le temps perdu a été heureusement rattrapé. Aujourd'hui, la photogravure en trois couleurs est en plein succès et tient une large place dans l'illustration. Ses résultats, non pas irréprochables, mais singulièrement améliorés depuis peu, sont d'autant plus intéressants qu'il n'existe, jusqu'à présent, aucun autre moyen de faire mieux, à des prix abordables. Par la superposition de trois encrages (bleu-jaune-rouge), l'imprimeur obtient des gravures en couleurs qui, sans avoir une haute valeur artistique, valent au moins autant que les anciennes « chromos », si difficiles à réaliser dans des conditions à peu près acceptables.

Ce n'est pas que la méthode photographique trichrome soit exempte de difficultés et de complications. Elle exige, en effet, l'exécution de trois clichés sur lesquels s'effectue la sélection des trois couleurs fondamentales. Le cliché qui doit fournir la planche à encre en bleu est impressionné derrière un verre orangé; pour le cliché destiné à l'impression du jaune, le filtre sélecteur est violet; il est vert pour le cliché du rouge.

Or, le verre vert et le verre orangé ne laissent passer que des radiations peu actiniques. On a beau faire usage d'émulsions orthochromatiques; leur sensibilité pour les rayons verts, jaunes, orangés et rouges reste toujours médiocre. Il en résulte que, si l'on additionne la durée des trois poses successives (dont deux de 12 à 20 fois plus longues que la pose normale en photographie monochrome) et le temps nécessaire pour changer les châssis, on arrive à un total qui exclut radicalement la possibilité de reproduire les sujets animés. Nous allons voir, toutefois, que les plaques « autochromes » ont permis de tourner la difficulté.

Mais il reste d'autres inconvénients. Que le sujet soit immobile ou que l'on ait commencé par le reproduire à l'aide d'une plaque autochrome, la préparation de trois planches monochromes exige encore l'exécution des trois clichés sélectionnant les couleurs fondamentales. Il faut donc calculer trois temps de pose inégaux, développer exactement de la même façon trois émulsions inégalement sensibles, de façon à obtenir trois négatifs également intenses et pareillement détaillés, quoique ne donnant pas trois images identiques. Un rien suffit pour rompre l'équilibre et fausser le coloris : aussi des retouches délicates sont-elles généralement nécessaires.

La mise en train exige des ouvriers experts et soigneux; mais, une fois bien réglée, le tirage s'effectue régulièrement et avec une rapidité très

¹ *Annuaire général et international de la Photographie*, 1897, p. 16.

² *Académie des Sciences*, séance du 5 juin 1905.

satisfaisante. On pourrait souhaiter que les trames employées fussent plus fines, afin que les éléments colorés révèlent d'une façon moins apparente leurs formes géométriques. Il faudrait aussi trouver le moyen de se passer de ces papiers couchés, dont le satinage excessif blesse la vue. Du reste, ces deux défauts ont déjà pu être atténués, en gaufrant le papier après l'impression. Le grain de ce gaufrage, qui imite l'aspect du papier à dessin, détruit le lustre de la surface, en même temps qu'il dissimule un peu la trame de simili-gravure.

On voit qu'appliquée aux tirages typographiques, la méthode trichrome offre déjà de précieuses ressources. Mais, pour l'amateur qui veut seulement obtenir, par des procédés exclusivement photographiques, quelques épreuves en couleurs, les tirages superposés présentent des complications rebutantes. Il faut, en effet, tirer trois épreuves au charbon, l'une bleue, la seconde jaune, la troisième rouge, de telle sorte que leurs densités soient rigoureusement équivalentes; si l'un des monochromes vient à prédominer, même légèrement, voilà le coloris complètement dénaturé. Il faut, ensuite, que, malgré les transferts qu'elles ont à subir sur des papiers plus ou moins extensibles dans l'eau, les trois pellicules de gélatine mictionnée coïncident rigoureusement, lorsqu'on les superpose, le moindre empiètement se traduisant par des franges irisées inacceptables.

La méthode des trois clichés s'appliquait encore, jusqu'à ces temps derniers, à l'exécution des diapositifs (vitraux et stéréoscopies); la projection simultanée, sur le même écran, des trois monochromes éclairés par une triple lanterne¹ permettait de réaliser la synthèse temporaire du coloris analysé par les filtres sélecteurs. Ces applications sont désormais sans objet, le procédé par juxtaposition des éléments colorés ayant très heureusement simplifié la question.

III. — PROCÉDÉ TRICHOME PAR ÉLÉMENTS JUXTAPOSÉS.

MM. Auguste et Louis Lumière ont fait connaître à l'Académie des Sciences, le 30 mai 1904, un procédé extrêmement ingénieux, dont la *Revue*² a donné un exposé suffisamment complet pour qu'il soit inutile d'y revenir. Rappelons seulement que le principe de cette méthode consiste à couler une émulsion panchromatique sur une glace préalablement recouverte d'un filtre trichrome composé d'une multitude de grains de fécule colorés, les uns en violet, d'autres en vert et les autres en

orangé. Ces éléments microscopiques réalisent, sur une surface unique, la sélection des trois couleurs fondamentales et réduisent les opérations à l'exécution d'un cliché unique, sans report ni superposition.

Toutefois, telle qu'elle avait été primitivement imaginée, la préparation des plaques entraînait de sérieuses difficultés d'ordre pratique. La coloration de la fécule, son tamisage et surtout son étendage en couche parfaitement régulière, exigeaient beaucoup de soins et une habileté que n'eussent certainement pas pu acquérir la plupart des amateurs.

Aussi les inventeurs, poursuivant leurs recherches, ont-ils étudié les moyens de faire de cette préparation une opération entièrement automatique. La fabrication industrielle des plaques « autochromes » est maintenant réalisée. Ce sont des machines qui effectuent le triage de la fécule et qui l'étendent, une fois colorée, en couche irrégulièrement uniforme sur les plaques de verre.

De plus, le tamisage de la fécule a été modifié; la fabrication actuelle n'utilise plus que les grains dont le diamètre est compris entre 10 et 12 millièmes de millimètre, en sorte que, même en tenant compte des interstices remplis par de la poudre de charbon, on peut calculer qu'il y a environ *neuf mille éléments colorés par millimètre carré*. C'est dire qu'il est impossible de soupçonner la constitution trichrome de l'écran, qui semble incolore, non seulement à l'œil nu, mais même à la projection, si l'on s'en tient aux conditions ordinaires d'amplification.

Les plaques vendues prêtes à l'emploi doivent être mises en châssis, verre en avant et gélatine en arrière, contrairement à ce qui se fait d'habitude, puisqu'il faut que la lumière n'atteigne l'émulsion qu'après avoir traversé les granules colorés sélecteurs. En outre, l'interposition d'un verre jaune, devant ou derrière l'objectif, est indispensable, comme d'ailleurs dans toutes les méthodes où l'orthochromatisme est en jeu, afin de compenser l'excès d'activité des rayons violets et bleus, ainsi que pour arrêter l'ultra-violet, dont l'action fausserait le coloris.

La double absorption que subit la lumière, d'abord en traversant le verre jaune, puis en passant à travers les grains colorés, a naturellement pour effet d'allonger notablement le temps de pose. Cependant, comme l'émulsion employée est très sensible, MM. Lumière ont réussi à obtenir, au soleil, des images en $1/5$ de seconde, en se servant, il est vrai, d'un objectif dont l'ouverture atteignait le tiers de la distance focale ($f/3$). Il en résulte la possibilité de reproduire, avec toutes leurs couleurs, la plupart des sujets intéressants.

L'amateur et le photographe de profession disposent ainsi d'un moyen facile et sûr pour exécuter

¹ Voir notamment *Revue générale des Sciences*, 1903, p. 4.

² *Revue générale des Sciences*, 1904, p. 883.

des diapositifs en couleurs, c'est-à-dire des images pouvant servir de vitraux, de stéréoscopies, de clichés de projections, ou encore de prototypes destinés à la préparation des trois clichés monochromes, dans le cas où les tirages typographiques trichromes ont pour objet la reproduction de scènes animées.

Malheureusement, là s'arrêtent, du moins pour le moment, les applications de ce procédé : il ne crée que des diapositifs et non pas de véritables tableaux, visibles par réflexion et susceptibles d'être encadrés ou montés sur les feuillets d'un album.

En effet, la sensation du blanc, sur une plaque autochrome, résulte de la vision simultanée de microscopiques particules violettes, vertes et orangées. Observé par transparence, cet ensemble paraît blanc : on croirait voir un verre dépoli. Mais il n'en est plus de même, si on l'examine par lumière réfléchie : les pigments violet, vert et orangé, vus dans ces conditions, loin de former un blanc pur, ne donnent plus qu'une résultante gris terne. La gamme des valeurs ne peut ainsi aller que du noir au gris, et toute image où le blanc fait complètement défaut se trouve inévitablement dépourvue d'éclat. Il se peut qu'un perfectionnement prochain permette de tourner la difficulté ; mais enfin, pour le moment, la plaque autochrome n'est encore susceptible de donner que des diapositifs ou des clichés servant à tirer des épreuves colorées à l'aide d'autres procédés, notamment à l'aide du procédé par décoloration.

IV. — PHOTOCHROMIE PAR DÉCOLORATION.

M. Bernard Brunhes a publié, en 1895, dans cette *Revue*, une excellente analyse d'un Mémoire de M. Otto Wiener¹ sur la photographie des couleurs, Mémoire dont nous rappellerons seulement la conclusion.

D'après M. Wiener, pour obtenir photographiquement des images colorées visibles sous toutes les incidences, il faudrait trouver une substance noire absorbante, composée d'un mélange de substances élémentaires dont chacune serait capable d'absorber toutes les radiations colorées, sauf une, qu'elle réfléchirait, et qui, par suite, seule, ne la décomposerait pas. Il suffirait des trois couleurs

simples, bleu, jaune et rouge, pour réaliser toutes les nuances possibles. On pourrait introduire, avant la pose, des substances accélératrices et, après la pose, d'autres substances protégeant les couleurs contre l'action ultérieure de la lumière.

Sur ces données, diverses solutions ont été proposées. Nous n'en signalerons que deux, qui seules ont déjà donné des résultats encourageants et qui semblent, d'ailleurs, perfectibles.

M. Karl Worel plonge un papier exempt de fibre de bois dans un mélange de primérose, de bleu victoria, de curcuma et d'auramine, en solutions alcooliques, le tout additionné d'anéthol : cette dernière substance sert d'accélérateur. Aussitôt sec, le papier est impressionné, dans un châssis-presse, sous un diapositif coloré. Au soleil, le temps d'exposition est quelquefois réduit à cinq minutes.

Quand l'image est complète, on lave le papier dans de la benzine pure, où on le laisse pendant une heure au moins, à l'abri de la lumière, après quoi il est séché à 30°. Le fixage est ensuite complété par une immersion de deux à trois heures dans une solution saturée de sulfate de cuivre.

Le second procédé est celui du Dr Neuhauss, qui se sert d'eau oxygénée pour accroître momentanément la sensibilité des couleurs à la lumière. Les couleurs employées par M. Neuhauss sont le bleu méthylène, l'auramine et l'érythrosine. Le fixage, après l'impression au châssis-presse, consiste à laver l'épreuve, d'abord à l'eau pure, puis dans une solution de tanin à 10 %, renfermant de faibles quantités d'acétate de soude. On termine en immergeant dans une solution saturée d'émétique, puis dans une autre saturée d'acétate de plomb.

Il est clair que ni l'un ni l'autre de ces deux procédés ne se prête à la reproduction directe de la Nature par la chambre noire. La sensibilité des couleurs additionnées soit d'anéthol, soit d'eau oxygénée, est à peine égale à celle des papiers à noircissement direct (citrate d'argent et similaires). Mais la plaque autochrome permettra de combiner un procédé opératoire dans lequel la sensibilité du gélatino-bromure et l'aspect artistique des papiers pigmentés pourront être heureusement combinés. Le cliché en couleurs est trouvé ; il ne reste plus qu'à perfectionner les procédés par décoloration, pour avoir des épreuves colorées sur papier, absolument comparables à de véritables aquarelles.

Ernest Coustet.

¹ *Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung in der Natur* (*Wiedemann's Annalen*, t. V, p. 225 ; — 1895).

HYDROLOGIE SOUTERRAINE ET EAUX POTABLES

Les sources sont susceptibles de se contaminer sur toute l'étendue de leur périmètre d'alimentation, là où les germes dangereux, déposés par l'homme, viendront souiller les eaux souterraines, et il est évident que, toutes choses égales d'ailleurs, une source sera d'autant plus facilement contaminable que son périmètre sera plus habité. Il est donc nécessaire de déterminer ce périmètre, de savoir s'il est très peuplé, enfin de se rendre

pas établir un périmètre de protection suffisant et de n'avoir, sur la source à étudier, qu'une idée peu exacte. Il est alors nécessaire de poursuivre les études pour arriver à connaître aussi bien que possible le périmètre d'alimentation, en cherchant la solution du problème par l'emploi de méthodes simples et peu coûteuses. Ce sont ces procédés que nous allons exposer dans cet article.

I. — DÉTERMINATION DU PÉRIMÈTRE D'ALIMENTATION.

§ 1. — Méthode géologique.

En 1901, nous avons publié dans cette *Revue* un article sur les sources de la craie¹, dans lequel nous exposons les méthodes employées à cette époque pour étudier les sources d'eau potable. Nous ne reviendrons pas aujourd'hui sur la plupart des procédés indiqués, et, pour les détails, nous renvoyons le lecteur à cet article. Nous rappellerons seulement succinctement quelques notions qui nous sont nécessaires.

Une *source d'affleurement* est celle qui prend naissance sur le flanc d'un coteau ou au fond d'une vallée à la limite d'un terrain perméable avec un terrain imperméable.

Dans la figure 1, la couche AB étant supposée imperméable, les sources S et S' sont dites *sources d'affleurement*. Au contraire, dans la figure 2, les sources S₁ et S'₁ sont des *sources de thalweg*,

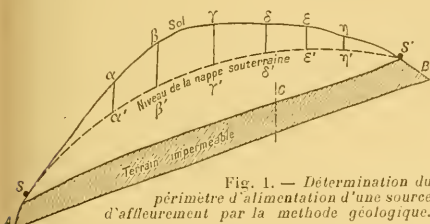


Fig. 1. — Détermination du périmètre d'alimentation d'une source d'affleurement par la méthode géologique.

compte de l'épuration naturelle que le sol est susceptible d'effectuer. C'est pour répondre à ces desiderata que la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900 a prescrit que toute étude d'eau potable pour les villes importantes doit d'abord comprendre une enquête géologique destinée à limiter le périmètre d'alimentation, et seulement ensuite une analyse chimique et une autre bactériologique.

Pour les communes de moins de 5.000 habitants, l'enquête géologique n'est pas obligatoire si l'autorité préfectorale ne la prescrit pas spécialement. Même pour ces petites agglomérations, cette étude existe en fait, parce que la plupart d'entre elles sollicitent une subvention sur le pari mutuel, et le Ministère de l'Agriculture, qui gère ces fonds, n'accorde aucun crédit si les études n'ont pas été faites conformément à la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900.

À la suite de la loi de 1902 sur la santé publique, prescrivant, dans son article 10, un certain nombre de mesures pour préserver les sources d'eau potable sur toute l'étendue d'un périmètre dit *périmètre de protection*, les études entreprises pour les captations d'eau se sont développées.

Lorsqu'il s'agit de petites sources, dont le périmètre d'alimentation est restreint, les termes de la circulaire suffisent dans beaucoup de cas pour apprécier la qualité de leurs eaux; mais, lorsque la source fait partie d'un vaste périmètre, comme on en trouve dans la craie, on risque fort, en s'en tenant aux limites mêmes de cette circulaire, de ne

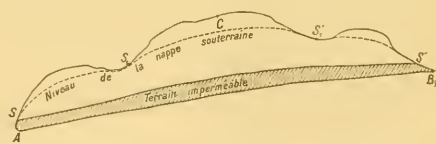


Fig. 2. — Coupe montrant la coexistence de sources d'affleurement S et S' et de sources de thalweg S₁ et S'₁.

parce qu'elles affleurent en des points où la nappe arrive au niveau du sol sans pour cela reposer sur une couche imperméable.

Enfin, nous rappellerons que, dans les terrains calcaires, les sources sont généralement l'émissaire d'un ou plusieurs canaux souterrains, drainant, sur une longueur plus ou moins grande, les eaux de fissures plus ou moins fines et nombreuses qu'on nomme diaclases.

Cela posé, revenons à la détermination d'un périmètre d'alimentation par la méthode géologique.

¹ F. DIENERT: Les Sources de la craie. *Rev. gen. des Sciences* du 30 novembre 1901, p. 1007 et suiv.

Le périmètre d'alimentation de la source S (fig. 1) est situé sur une portion de la partie perméable reposant sur la couche imperméable. Il suffira donc au géologue de limiter la couche imperméable pour constituer le périmètre d'alimentation maxima pour la source S. Comme la source S' s'approvisionne à la même nappe, le second problème que le géologue doit résoudre consiste à chercher la limite de partage des eaux souterraines. Dans ce but, il s'aide des puits existants et, relevant

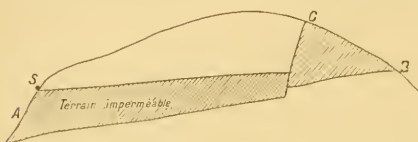


Fig. 3. — Source d'affleurement en relation avec une faille.

la cote d'altitude du plan d'eau dans chacun, il peut dresser une carte des niveaux piézométriques et reconstituer sur le papier la courbe S, z', z'', z''',... S'. Sur notre figure, la limite du partage des eaux serait très sensiblement vers le puits η .

Ce procédé est long : il faut mesurer des puits, prendre leur altitude, et s'ils sont nombreux le travail devient important. Pour les sources d'affleurement, le géologue tourne quelquefois la difficulté lorsqu'en C, par exemple, existe un anticlinal. A cet endroit, la couche imperméable forme un dôme et l'on est certain d'y trouver la limite de partage des eaux souterraines.

Une faille vient-elle à se produire en C : on a un dispositif identique à celui de la figure 3. Dans ce cas, il n'y a plus qu'une seule source dont le périmètre est nettement établi¹.

Si, dans la figure 2, on voulait délimiter le périmètre d'alimentation de la source S, la géologie devient impuissante, parce qu'une molécule d'eau tombée en C peut aller réapparaître en S s'il existe des canaux suffisants. Nous verrons même plus loin, en parlant de la source d'Armentières dans la région de la Vanne, que la partie SS₁ ne contribue que pour une faible part à l'alimentation de certaines sources voisines de S et qu'on aurait tort de n'envisager, comme pouvant permettre l'établissement d'un périmètre suffisant de protection, que la région voisine de la source étudiée.

§ 2. — Méthodes basées sur l'emploi des matières colorantes.

La Géologie, comme nous venons de le voir, ne peut pas toujours délimiter exactement le péri-

mètre d'une source. Un intérêt très grand s'attache à cette question si, sur le vaste périmètre possible que le géologue assigne à une source, il y a des parties habitées et des parties boisées. Les sources les meilleures seront évidemment celles dont les eaux ont filtré dans les bois.

La méthode la plus rationnelle consiste, étant donné un vaste périmètre d'alimentation (fig. 4), à faire en A, B, C, D, etc., L et M, une série d'expériences au moyen de matières colorantes, en particulier avec la fluorescéine. A chaque expérience, on individualise la nappe au point expérimental en lui donnant une couleur déterminée, qu'on doit retrouver à la source S si chacun de ces points fait partie du périmètre.

En 1901, nous avons indiqué comment on opère ; il est donc inutile de revenir sur les détails. Nous rappellerons, cependant, que deux conditions sont nécessaires et suffisantes pour réussir ces expériences : il faut employer une quantité suffisante de matière colorante et une quantité d'eau relativement assez grande pour chasser celle-ci dans la nappe.

La quantité de fluorescéine n'est jamais un obstacle ; le manque d'eau, au contraire, en est un grand et se produit fréquemment. Enfin, le prix de revient de ces expériences est relativement élevé.

Pour opérer avec les matières colorantes, il faut pouvoir, par une étude préalable, se faire une idée

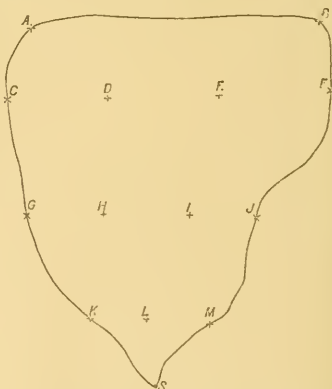


Fig. 4. — Détermination du périmètre d'alimentation par l'emploi des matières colorantes.

du périmètre d'alimentation probable et n'opérer, pour commencer, que là où l'on est à peu près certain de réussir. En un mot, il faut n'opérer avec les

lons, au point de vue de la géologie, que le strict nécessaire. Il y a des détails qu'un hydrologue connaît et qu'on trouve dans tous les livres d'hydrologie. Nous restons ici dans le principe même de la méthode.

¹ Pour ne pas trop étendre notre article, nous ne rappo-

matières colorantes qu'après avoir resserré la limite du périmètre d'alimentation par une autre méthode moins coûteuse.

C'est cette méthode que nous allons exposer.

§ 3. — Méthode basée sur l'emploi de la conductibilité électrique des eaux souterraines.

L'emploi de la conductibilité électrique aux études d'eau de source a été appliqué la première fois en France par Th. Müller¹. Nous l'avons utilisé depuis 1903 pour la surveillance des eaux de sources captées par la Ville de Paris².

On sait que la conductibilité électrique d'une eau est fonction de la nature et de la quantité des sels qui y sont dissous.

Deux eaux de même conductibilité n'ont certainement pas toujours la même composition, mais deux eaux de conductibilités différentes ont, à coup sûr, une composition également différente.

Les eaux souterraines renferment d'abord en dissolution une certaine quantité de sels qu'elles ont trouvés à la surface du sol lorsqu'elles se sont infiltrées. La proportion en est d'autant plus grande que le contact de l'eau avec ces parties superficielles aura été plus prolongé et plus intime. Puis, toutes choses égales d'ailleurs, elle varie encore suivant que les terrains sont cultivés ou simplement couverts de bois. Lors de leur arrivée dans le sol, ces eaux n'ont donc pas partout la même composition sur toute l'étendue d'un périmètre d'alimentation. En outre, suivant les saisons, la proportion de ces sels varie, comme on s'en rend compte par l'étude des eaux de drainage. Toutefois, l'influence des saisons est rendue moins appréciable une fois que les eaux infiltrées ont été en contact avec les roches sédimentaires. Celles-ci renferment, en effet, une certaine quantité d'eau, dite d'*imbibition*, qui est toujours plus ou moins chargée en sels. L'eau infiltrée, après avoir enlevé à la surface du sol une certaine proportion de sels, arrive ensuite en contact avec la roche humidifiée par un volume beaucoup plus grand d'eau d'*imbibition*. Entre la roche et l'eau infiltrée, des phénomènes d'osmose et de diffusion se produisent : la roche fournit des sels aux eaux extérieures qui sont les plus pauvres et, au contraire, en enlève si ce sont les eaux extérieures qui sont les plus riches. Elle représente ainsi, vis-à-vis des eaux infiltrées, ce que le volant constitue pour une machine à vapeur : elle joue le rôle de régulateur et son action tend à rendre à peu près constante la composition de ces eaux souterraines. Il n'y a que dans les cas où les eaux superficielles pénètrent

dans le sol par des gouffres que le contact entre les eaux et le sol est insuffisant et que les roches ne peuvent plus exercer suffisamment leur rôle de régulateur. Et alors, après chaque pluie, on constate des variations importantes de résistivité électrique pour certaines sources (3 à 4.000 ohms quelquefois). Si le sous-sol est formé de sables ou de graviers, la composition des eaux souterraines variera sur un périmètre donné suivant qu'on cultive ou non la surface du sol. La conductibilité électrique permettra de connaître rapidement ces différences de composition chimique.

Les eaux souterraines, outre les sels qu'elles ont dissous à la surface du sol, renferment encore des sels, tels que des carbonates de chaux et des silicates alcalins, etc., qu'elles dissolvent dans le sous-sol sous l'influence du gaz carbonique qu'elles contiennent. Leur proportion varie non seulement avec la concentration du gaz carbonique suivant la loi bien connue de Schloesing, mais encore avec la texture physique et la proportion des corps, autres que CO_2Ca , qui constituent ces roches.

Les eaux des sources ont une teneur très variable en chaux lorsqu'elles sortent des terrains calcaires. On a admis, sans démonstration, qu'entre deux eaux de sources issues de la craie, renfermant des quantités différentes de CO_2Ca , c'est celle qui contient le plus de ce sel qui a été en contact le plus intime avec la roche.

Ceci est peut-être vrai pour quelques sources temporaires ; c'est absolument faux pour les sources pérennes que la Ville de Paris a captées.

Dans les vallées du Loing et du Lunain, on trouve des eaux remarquablement constantes comme composition. Elles sortent toutes de la craie sénonienne, mais ne renferment pas la même quantité de carbonate de chaux.

Voici la composition de ces eaux en juillet 1903, d'après les *Annales de Montsouris* (1903, p. 162) :

	DEGRÉ GROM.	RÉSIDU SEC
S. Bignons de Bourron	22,8	268 milligr.
S. La Joie	20,0	269 —
S. Le Sel	23,0	252 —
S. Chaintreauville	21,6	251 —
S. du Coignet	21,8	289 —
S. Saint-Thomas	25,2	289 —

Doit-on admettre que, si la source La Joie contient moins de chaux que celle de Saint-Thomas, c'est parce que cette dernière a subi, avec la craie, un contact plus intime ? Si cette hypothèse est juste, on doit pouvoir faire dissoudre du carbonate de chaux dans l'eau de la source La Joie en conservant la tension du gaz carbonique que ces eaux renferment. Nous avons tenté cette expérience et nous avons obtenu un résultat négatif, parce que ces sources renferment le maximum de carbonate de

¹ TH. MULLER : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1901.

² F. DIENERT : *Annales de l'Institut Pasteur*, septembre 1903.

chaux qu'elles peuvent dissoudre, d'après la tension du gaz carbonique qu'elles renferment¹. On n'est donc pas en droit de dire que la richesse d'une eau en carbonate de chaux mesure, pour ainsi dire, la durée de son contact avec la roche calcaire.

Même avant ces expériences directes que nous avons faites, nous avons publié, dans les *Annales de Montsouris* (1905, 2^e fascicule), une suite de considérations qui nous permettaient de répondre à l'idée généralement admise que, dans une région donnée, une eau souterraine ne possède jamais le maximum de CO_2Ca qu'elle peut dissoudre. En effet, la loi de Dausse, facilement vérifiable pour les sources de la vallée de la Vanne, montre que les pluies d'été profitent très peu à la nappe. Les eaux qui s'écoulent aux sources au commencement de l'automne, avant les pluies, ne sont, pour ainsi dire, que les eaux infiltrées au plus tôt trois mois auparavant. Si, par suite d'un contact prolongé, la dissolution du carbonate de chaux était plus grande, on devrait avoir une augmentation progressive de la conductibilité des eaux des sources. L'expérience démontre que le plus grand nombre des sources ont une composition absolument fixe du commencement à la fin de la période sèche.

On doit alors admettre que toute source dont les eaux ont une composition constante du commencement à la fin de l'été renferme son maximum de sels en dissolution.

Or, il faut considérer que les terrains sédimen-

taires ne se sont pas toujours formés dans des conditions géologiques rigoureusement identiques. Par exemple, sur le vaste plateau qui s'étend entre la vallée de l'Iton et la vallée de l'Eure, en aval d'Évreux, on trouve la craie sénonienne. Celle-ci est très magnésienne du côté de la vallée de l'Eure jusqu'à Crèvecœur; elle est, au contraire, peu magnésienne en aval de Crèvecœur, dans cette même vallée, et du côté de la rivière l'Iton. C'est cependant le même gisement géologique, formé toutefois dans des conditions biologiques différentes, qui donne naissance à deux séries de sources, les unes magnésiennes et les autres non magnésiennes.

Au point de vue de la résistivité électrique de ces eaux, l'expérience montre qu'on peut, sans aucune hésitation, les classer en deux groupes, identiques à ceux qu'indique l'analyse chimique :

RÉSISTIVITÉ ÉLECTRIQUE

1^{er} groupe, S. de Cailly, très peu magnésienne :

S. Martel.	2.259 ohms cms à 18°.
S. Hervieu	2.259 —
S. Bazé.	2.267 —
Font. du M ^e -de-Fréciaux.	2.257 —

2^e groupe, S. de Fontaine-sous-Jouy, très magnésienne :

S. du Baliment	2.009 ohms cms à 18°.
S. de Fonteny.	2.023 —
S. Roset	2.049 —
S. Pourchel.	2.007 —
S. Lannay	2.007 —
S. Saint-Vigor.	2.007 —

Or, ce qu'on constate pour la magnésie, on peut l'étendre aux autres éléments qui constituent la craie. Si, dans celle-ci, il entre 90 % de carbonate de chaux, il y a 5 à 10 % de matières étrangères, qui entrent en ligne de compte dans la dissolution des sels de ces roches dans l'eau. Ces matières, plus ou moins abondantes, sont comme le miroir des conditions différentes dans lesquelles ces calcaires se sont formés. On peut donc prévoir des

¹ La démonstration expérimentale que la craie sénonienne est magnésienne du côté de la vallée de l'Eure et peu magnésienne du côté de la vallée de l'Iton a été faite de la façon suivante : à Saint-André et à Illiers, on a creusé deux forages de 60 à 100 mètres de profondeur. Les eaux étaient aussi magnésiennes que les sources débouchant au pied du plateau dans la vallée de l'Eure, en particulier que celles de Fontaine-sous-Jouy. Ces deux forages, situés assez loin l'un de l'autre dans deux régions voisines de la vallée de l'Eure, nous ont amené à conclure que la zone de craie magnésienne s'étend en longueur parallèlement à la vallée de l'Eure et assez uniformément sur une étendue assez grande. Les sources sortant du pied de ce banc magnésien sont toutes magnésiennes.

Les puits du côté de l'Iton ne marquent que 22 à 24^e hydrométriques au lieu de 30^e du côté de l'Eure. Les puits d'Évreux, près de l'Iton, donnent une résistivité électrique de 2.200 ohms environ et l'eau est peu magnésienne. Enfin une expérience à la fluorescéine, faite du côté d'Évreux, a montré que les sources de Cailly, et non celles de Fontaine-sous-Jouy, peu magnésiennes, s'alimentent bien du côté de la vallée de l'Iton. La partie non magnésienne s'étend donc bien du côté de cette dernière vallée.

¹ Voici comment, en collaboration avec M. Etrillard, nous avons fait l'expérience : A chaque source, on prélève de l'eau dans trois flacons de 2 litres. Dans les deux premiers, on n'ajoute rien; dans le troisième, on introduit 10 grammes de carbonate de chaux pur en poudre. Les flacons sont remplis jusqu'au goulot et fermés en laissant tomber le bouchon émeri. On arrive ainsi à obtenir un flacon d'eau dans lequel n'existe aucune bulle d'air à la surface du liquide. Les deux derniers flacons sont immédiatement paraffinés. Le premier flacon est analysé immédiatement; les deux autres sont agités fréquemment tous les jours et analysés au bout de huit jours. Voici les résultats obtenus :

	S. DE CAILLY	S. DE FONTENY	CHARENTREAU-VILLE	S. DE LA JOYE
1 ^{er} flacon, analyse immédiate :				
Résistance électrique (ohms)	2.425	2.425	2.720	2.730
Carbonate alcalino-terreux en CO_2Ca (milligrammes)	226	226	195	192
2 ^e flacon, analyse 8 jours après :				
Résistance électrique (ohms)	2.418	2.422	2.712	2.712
Carbonate alcalino-terreux (milligr.)	226	226	195	192
3 ^e flacon, analyse avec CO_2Ca :				
Résistance électrique (ohms)	2.415	2.415	2.708	2.712
Carbonate alcalino-terreux (milligr.)	226	226	195	192

Les résultats sont très constants aux erreurs d'expérience et l'on ne constate aucune dissolution de CO_2Ca .

zones ayant, tant au point de vue physique que chimique, une texture et une composition différentes. Les eaux qui traversent l'une ou l'autre de ces parties auront des compositions différentes. A la Vanne, par exemple, il y a une source d'Armentières dont la résistivité électrique est de 2.800 ohms (cms à 18°), tandis qu'à 2 kilomètres en aval, on trouve le drain de Flacy dont la résistivité n'est que de 2.300 ohms. Ces eaux sont issues de zones différentes. Nous pourrions multiplier ces exemples. La carte de la région des Sources de la Vanne (fig. 5, p. 609) indique la résistivité électrique d'un certain nombre de sources et de puits du périmètre. On peut se rendre compte de la variation de composition de ces eaux, issues d'un même gisement de craie sénéonienne.

C'est en nous basant sur ces considérations que nous avons été amené à poser le principe suivant :

Un gisement géologique très vaste, comme la craie, peut être divisé en zones d'étendues variables, susceptibles de fournir des eaux souterraines de compositions déterminées. Ces différences sont très probablement dues à une composition différente de la craie, par suite de conditions biologiques distinctes au moment de la formation, à la nature des cultures de la surface du sol, et peut-être également à des tensions inégales de l'acide carbonique contenu dans l'eau de ces terrains¹.

Ce principe admis, on voit qu'en réalité, dans le sous-sol, les eaux ayant une composition variable ont, pour ainsi dire, une individualité propre, remplaçant, dans une certaine mesure, la matière colorante qui sert aux expériences. Il est évident que cette individualité est plus confuse qu'avec les matières colorantes et s'étend sur un plus grand espace. Mais nous rappelons que la méthode que nous présentons ici n'a pas pour prétention de donner au périmètre des limites précises. Sa tâche consiste simplement à les resserrer le mieux possible.

Avant de montrer la façon d'appliquer la méthode de la conductibilité à l'étude des périmètres d'alimentation, il convient encore d'examiner ce qui se produit dans le sol quand une eau passe d'une zone dans une autre, que cette zone soit un terrain calcaire ou un terrain siliceux.

Prenons, par exemple, une eau de source de résistivité connue, et faisons-la passer à travers un tube de 1 mètre de longueur et de 16 centimètres de diamètre, rempli de morceaux de marne. On peut régler facilement le débit du flacon pour que 5 litres d'eau passent seulement en vingt-quatre

heures, ce qui représente un débit et une vitesse très faibles (2 gouttes à la seconde environ).

La tension du gaz carbonique est, dans l'air, au moins trois fois plus faible que dans le sol. Notre tube représente un terrain dans lequel les eaux des pluies ne pourraient dissoudre qu'une moindre proportion de CO_2Ca , et qui ne donnerait, par conséquent, que des eaux de forte résistivité. Notre eau de source pénètre donc ainsi à travers une zone capable de fournir des eaux de conductibilité différente de la sienne, qui est la plus forte.

L'expérience apprend qu'après vingt-quatre heures, l'eau recueillie a déjà une résistivité plus grande que celle de la source.

Voici, en effet, quelques nombres :

	RÉSISTIVITÉ A 18°	CHAUX
Commencement de l'expérience	2.335 ohms cms.	126 ^{mes}
Après 24 heures	2.510 —	121 ^{mes}

Il y a donc départ de gaz carbonique, perte en carbonate de chaux, abaissement de la conductibilité des eaux. Quand les eaux souterraines passeront d'une zone calcaire dans une autre également calcaire, il y aura augmentation de résistivité si cette dernière zone donne des eaux de plus faible conductibilité; il se produira une augmentation de conductibilité si la dernière zone est dans des conditions telles qu'elle puisse fournir des eaux plus conductrices.

Cette perte de CO_2Ca est d'autant plus rapide que le contact entre l'eau et le calcaire sera plus intime. Voici une expérience faite avec de l'eau de la Vanne, qu'on agite dans un flacon de 2 litres d'eau en présence de 10 grammes de craie, soit en poudre, soit en bloc :

	COMMENCÉ de l'expér.	4 JOURS après	12 JOURS après
Résistivité de l'eau (ohms cms à 18°) en contact avec 10 gr. de CO_2Ca :			
En poudre	2.660	2.831	3.224
En petits blocs	2.660	2.708	2.795
En un seul bloc	2.660	2.708	2.736

Dans le flacon où le carbonate est en poudre, le contact est le plus intime; le départ du gaz carbonique a été facilité. Là, au contraire, où le carbonate est en un seul bloc, il y a un contact bien moins intime; le départ de CO_2 est plus faible. Dans la nature, lorsque les eaux d'une zone traverseront une autre zone par de fines diaclases, les eaux auront, au sortir de cette deuxième zone, la composition des eaux souterraines de celle-ci; au contraire, lorsque la pénétration a lieu par des canaux de dimensions déjà assez notables (ce qui a lieu dans la majorité des cas), les eaux conservent très sensiblement au sortir de la deuxième

¹ On trouve, en effet, 8 milligr. d'acide carbonique au litre dans les eaux du Sel et de Bourron, et seulement 6 milligr. dans celles de Chaintréville et La Joie, qui sont plus pauvres en chaux.

zone la composition qu'elles avaient à l'entrée. C'est un exemple de ce genre que nous allons présenter comme application de la méthode.

Nous venons d'envisager les terrains calcaires. Il peut se faire que la zone aval soit composée non pas de carbonate de chaux, mais de sable. L'expérience démontre que, dans ces conditions, la composition à la sortie du sable est très sensiblement celle que l'eau avait à l'entrée.

Si l'on agite, en effet, de l'eau en présence de sable au lieu de CO_2Ca , on constate au bout de huit jours que la résistivité de l'eau est restée constante (2 375 ohms au commencement et à la fin de l'agitation). Après chaque agitation, on enlevait le bouchon du flacon pour permettre au gaz CO_2 de se dégager à l'air s'il y avait lieu.

Il y a donc une différence très grande entre l'action de CO_2Ca en poudre et du sable fin, action que nous nous proposons d'élucider dans un prochain travail.

Dans la Nature, on rencontre quelquefois ce dispositif. Une eau calcaire filtre à travers des sables et y circule. Dans la région de la Dhuys, par exemple (Aisne), on trouve, au-dessous des marnes à *Pholadomya ludensis*, une couche très faible de calcaire de Saint-Ouen et des sables de Beauchamps non calcaires. On sait que les eaux des pluies circulant à travers les sables de Beauchamps ont une résistivité de 5 à 7.000 ohms. A la Dhuys, l'alimentation des sables de Beauchamps est assurée par les infiltrations de la nappe des calcaires de Champigny à travers les marnes à *Pholadomya ludensis* et les éboulis. Aussi la composition des eaux trouvées dans les sables de Beauchamps est-elle celle de la nappe des calcaires de Champigny, ce qui confirme notre expérience.

Les quelques détails dans lesquels nous sommes entré nous permettent d'envisager tous les cas qui peuvent se présenter; pour restreindre notre article, nous allons simplement aborder, par un exemple suffisamment classique, la façon d'étudier le périmètre d'alimentation d'une source par la méthode de la conductibilité électrique.

II. — APPLICATION DE LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE À L'ÉTUDE D'UN PÉRIMÈTRE D'ALIMENTATION.

Considérons la partie Est du périmètre des sources de la Vanne, aux environs des vallées de la Noste et de Cérilly. Nous rencontrons d'abord un certain nombre de sources ayant une résistivité comprise entre 2.450 et 2.350 ohms. Elles viennent déboucher à la Bouillarde, ou dans la vallée de la Noste en aval de Villemoiron.

Dans la vallée de la Vanne, on trouve la source de la Bouillarde (2.400 ohms), le drain de Flacy

(2.280 ohms); enfin, en amont de Cérilly, à la Fontaine Jardin, à la source de Coulours, la résistivité est voisine de 2.450 ohms.

Dans toute cette partie, aux environs de la vallée de la Vanne, il y a une zone dont la majorité des sources a une résistivité comprise entre 2.250 et 2.450 ohms. Nous disons la majorité des sources, parce que, à côté de celles que nous venons de citer, on rencontre la source d'Armentières principale et celle de Bérulles dont la résistivité avoisine le chiffre de 2.800 ohms, la source Armentières aval (2.575 ohms), la source de Cérilly (2.670 ohms).

Ces dernières ont une composition qui tranche évidemment sur celle des autres, et il y a lieu de supposer que leur alimentation se fait principalement dans une zone différente de celle qui avoisine la rivière la Vanne. Notre premier soin est donc de voir si, à l'amont de cette zone caractérisée par des eaux dont la résistivité est comprise entre 2.250 et 2.450 ohms, il n'y en a pas une autre dont les eaux souterraines ont une résistivité de 2.700 à 2.800 ohms. Si cette zone existe, les sources d'Armentières principale et de Bérulles seront dans la situation signalée plus haut de la pénétration d'une eau d'une zone dans une autre au moyen de canaux souterrains de dimensions appréciables.

Si nous portons notre attention vers la forêt d'Othe, nous trouvons, en effet, toute une zone dont la résistivité électrique des eaux souterraines est voisine de 2.700 et 2.900 ohms. Ainsi, à Chailley et à Sormery, les sources ont une résistivité voisine de 2 800 ohms; à la Guinand, on rencontre deux courants souterrains dont la résistivité est comprise entre 2.750 et 2.800 ohms; à Bœurs-en-Othe, on trouve deux puits dont l'un a une résistivité de 2.970 ohms et l'autre de 2.600 ohms. Par leur mélange en proportions égales, on obtient une eau de résistivité voisine de 2.800 ohms. A Sevy, la source a une résistivité de 2.730 ohms; à la Fontaine l'Erable, elle est de 2.735 ohms. Il existe donc bien, à l'amont de la zone voisine de la rivière de la Vanne, une zone de résistivité relativement plus élevée. C'est à cette zone que s'alimentent principalement les sources d'Armentières et de Bérulles. Comme elle est très boisée, les chances de contamination seront faibles; au contraire, tout le long des canaux qui amènent ces eaux jusqu'à la Vanne, lesquels traversent des régions habitées, les contaminations sont possibles. L'emploi de la résistivité permet donc de fixer l'emplacement approximatif du périmètre des sources d'Armentières et de Bérulles. Pour compléter cette méthode, il faut connaître la position des canaux émissaires se dirigeant vers ces sources. C'est à ce moment que les expériences

avec les matières colorantes peuvent être utilement tentées. En versant de la fluorescéine dans le courant souterrain de la Guinand, on a coloré la source d'Armentières (celle de Bérulles n'a pas été observée), et non le drain de Flacy, ni la Bouillarde. En répétant l'expérience avec la levure de bière, la source d'Armentières a reçu une grande quantité de cellules de *Saccharomyces*, de telle sorte qu'on peut supposer être tombé à la Guinand sur un

taté d'appréciable aux sources de résistivité comprise entre 2.250 et 2.450 ohms. D'autre part, l'expérience faite à la Joncheroy, ayant été négative pour les sources d'Armentières, il y a lieu de penser que le périmètre de ces sources ne s'étend pas jusqu'à la vallée d'Arce. On n'a pas cru utile de multiplier les expériences pour mieux limiter le périmètre de cette source. Pour en apprécier la qualité, on sait par avance qu'elle doit être excel-

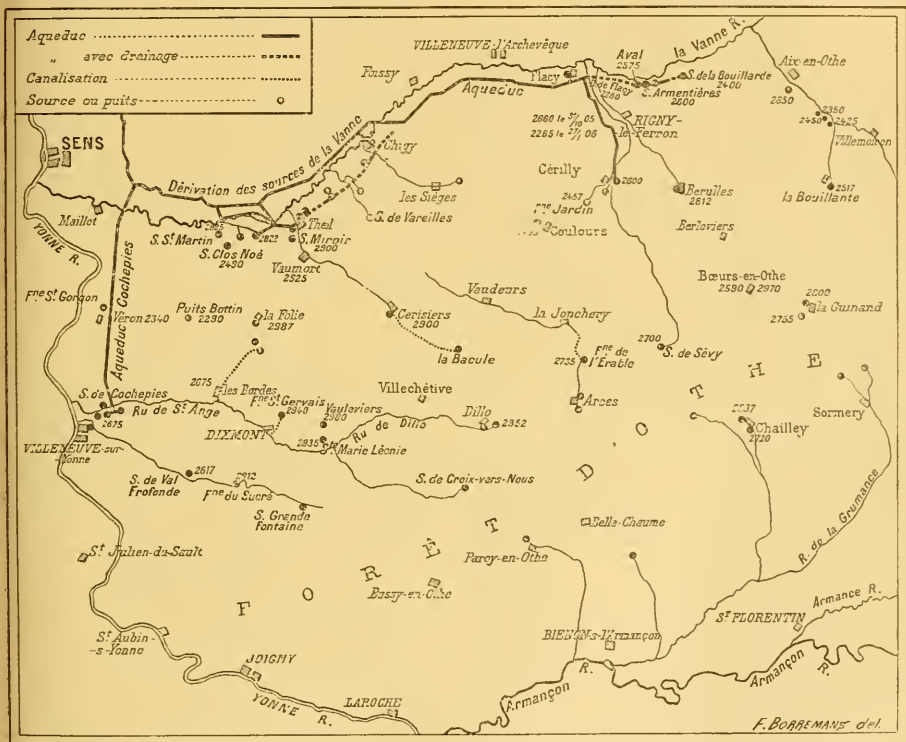


Fig. 5. — Région des sources de la Vanne.

émissaire principal allant de la zone de forte résistivité jusqu'à Armentières. L'émissaire passe du côté de Berluyviers et suit très probablement la vallée jusqu'à Bérulles.

En effet, un orage très localisé, qui s'est déclaré en 1905 dans la région de Berluvières, a montré que les sources de Bérulles et d'Armentières s'étaient légèrement altérées, et, par suite de l'arrivée rapide d'eaux de pluie, qui avaient ruisselé et étaient venues s'infiltrer dans le sol très poreux de la vallée, la résistivité de ces sources s'était élevée de 70 à 80 ohms environ. On n'avait rien cons-

lente à son origine. Mais si, entre la zone de son périmètre et l'émissaire de la source, il se trouve des bêttoires capables d'absorber des eaux contaminées et mal filtrées, il faut redouter les contaminations. Dans l'état où ces études se trouvent actuellement, il semble qu'il eût été préférable d'aller capter la source à l'amont, au pied de la Forêt d'Othe, et il est à peu près certain maintenant qu'on n'aurait pas beaucoup perdu de son débit, ce qu'on ignorait à l'époque des captages. On en aurait perdu cependant une petite quantité, car la source Armentières principale reçoit un peu d'eau de la zone

voisine de la vallée de la Vanne, caractérisée par une plus faible résistivité. On s'en est fort bien aperçu cette année. En effet, généralement après une crue, la résistivité de cette source augmente par suite de l'apport, par bêttoires, d'eau superficielle. En 1905, au commencement de novembre et à la suite des pluies, la résistivité varia peu, et au lieu d'augmenter elle diminua. La variation se fit sentir, mais plus faible, à la source Armentières aval. Voici, en effet, ce qu'on a constaté :

Résistivité en ohms cm. à 18°.				
	ARMENTIÈRES (amont)	ARMENTIÈRES (aval)	LA BOUIL- LARDE	DRAIN DE FLACY
1 ^h .	2.847	2.590	2.350	2.285
2 ^h .	2.822	2.540	2.350	2.285
3 ^h .	2.762	2.557	2.372	2.275
4 ^h .	2.762	2.745 ¹	2.400	2.260
s. en décharge.				

Le débit des sources d'Armentières a augmenté de 108 litres entre le 7 novembre et le 7 décembre. Or, l'abaissement de la résistivité, accompagné d'une augmentation du débit, ne peut s'expliquer que par une arrivée d'eau de la nappe voisine des sources et a coïncidé avec un changement dans l'hydrologie souterraine à Rigny-le-Ferron. Au mois d'octobre, la source de Rigny-le-Ferron a une résistivité de 2.660 ohms; en janvier, après les pluies, elle n'est plus que de 2.265 ohms, c'est-à-dire qu'il y a eu changement complet dans la composition de l'eau de cette source. Tout se passe comme si, pour une cause encore indéterminée, la nappe la plus conductrice avait pu trouver depuis le commencement de novembre un écoulement par les diaclases qui alimentent les sources d'Armentières et de Bérulles (la source de Bérulles a varié également).

On pourrait objecter à notre raisonnement que vers novembre et décembre la quantité de gaz carbonique a augmenté dans le sol, d'où une variation dans la proportion du calcaire dissous dans l'eau et, par ce fait, changement de la résistivité électrique. Cette manière d'envisager les faits ne serait pas exacte et est infirmée par l'augmentation de la résistivité des eaux de la Guinand au mois de novembre (60 ohms d'augmentation au puits Morissat) et par l'analyse quantitative du colibacille à la source d'Armentières. On sait qu'une arrivée d'eau superficielle mal filtrée augmente la proportion du *B. coli* dans l'eau des sources qui la reçoivent. D'autre part, pour une cause encore mal connue, certaines sources contiennent toujours, même en période sèche, beaucoup de *B. coli communis*. Les sources d'Armentières sont dans ce cas.

¹ Quand on met Armentières amont en décharge, on élève son plan d'eau, et cette manœuvre a toujours pour effet de faire arriver à Armentières aval une plus grande proportion d'eau de forte résistivité.

Or, tandis qu'avant le 9 novembre, c'est-à-dire avant les pluies, on comptait 100 germes de ce genre dans 100 centimètres cubes d'eau de la source Armentières amont, on n'en comptait plus que 40 au commencement de décembre et 20 seulement à la fin de ce mois, c'est-à-dire que, contrairement à ce que l'on avait toujours observé lors de crues précédentes, l'épuration des eaux avait été rapide et était nettement plus grande à cette époque que pendant la saison sèche. Ce résultat paradoxal s'explique très bien avec notre première hypothèse d'un mélange d'eaux, dont l'une, la principale, vient de la Forêt d'Othe, tandis que l'autre provient de la zone voisine de la vallée de la Vanne, beaucoup plus pure en ces germes.

Tout semble bien concorder pour démontrer que la source d'Armentières amont reçoit ou peut recevoir des eaux de la zone voisine de la vallée de la Vanne; mais son alimentation principale est au pied de la forêt d'Othe, en amont de Cérilly et de Bérulles.

Si nous ne craignons pas d'allonger cet article, nous démontrerions, au moyen de la méthode de la conductibilité électrique, que la source Armentières aval reçoit un mélange de deux eaux, que le périmètre du drain de Flacy ou de la source de la Bouillarde peut assez bien se délimiter par ce procédé, que la source du Miroir est également un exutoire direct de la zone située dans la Forêt d'Othe; mais l'exemple de la source Armentières principale peut être donné comme celui d'un cas classique.

III. — CONCLUSIONS.

Si l'on voulait poursuivre plus loin encore les études hydrologiques, nous engagerions à continuer par celle des températures, qui indique la plus ou moins grande profondeur des eaux souterraines dans le sol. Mais, comme notre but n'a été que de montrer comment on pouvait déterminer un périmètre d'alimentation, nous pensons avoir fait voir comment, dans un certain nombre de cas, la méthode de la conductibilité électrique, méthode simple, rapide et peu coûteuse, peut être utilement employée.

Il est évident que cette méthode ne remplace pas totalement la fluorescéine, qui reste pour étudier les détails d'un périmètre d'alimentation; mais elle est souvent indispensable pour prévoir ces expériences, beaucoup plus coûteuses, avec les matières colorantes, et pour ne les entreprendre que là où véritablement c'est utile pour limiter la zone de protection.

F. Dienert,

Docteur ès sciences,
Chef du Service de Surveillance locale
des sources de la Ville de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Stolz, Professeur à l'Université d'Innsbruck, et **Gmeiner**, Professeur à l'Université allemande de Prague. — *Einleitung in die Funktionentheorie. II. Abteilung* (Introduction à la théorie des fonctions. Deuxième partie). — 1 vol. in-8° de viii-598 pages. (Prix : 11 fr. 25) Teubner, éditeur Leipzig, 1906.

Cet ouvrage est la seconde partie du livre dont j'ai rendu compte dans la *Revue* du 30 mai 1905. Il a les mêmes qualités et le même intérêt.

Bornons-nous à énumérer les matières successivement traitées :

- Séries ;
- Fonctions monogènes d'une variable complexe ;
- Fonctions circulaires d'une variable complexe ;
- Produits infinis ;
- Fonctions continues, finies et infinies.

LÉON ATTONNE,

Maitre de Conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

Rodier (H.), Ingénieur, ancien constructeur. — *Automobiles. Vapeur, pétrole, électricité*. — 1 vol. in-8° carter de 160 pages et 282 figures, de l'Annuaire Technique des Sciences, de l'Industrie et des Travaux Publics. (Prix : 12 fr.) 64, rue de la Victoire, Paris, 1906.

Si l'industrie automobile s'est fort vite développée, sa littérature n'est pas restée en arrière et est déjà très riche. Mais la plupart de ses ouvrages, surtout destinés à des conducteurs, qui n'étaient pas mécaniciens au sens abstrait du mot, se sont jalousement gardés des considérations théoriques, seules capables pourtant d'éclaircir rationnellement la matière.

Le livre de M. Rodier est, au contraire, un cours à la fois théorique et pratique d'automobilisme.

Il débute par l'exposé fort complet des éléments qui entrent en jeu dans le problème de la traction automobile : résistance à vaincre, adhérence, perturbations dues à l'inertie des pièces en mouvement...

Il passe ensuite à l'étude de chaque organe de la voiture ; mais, avant de le décrire, il rappelle les notions théoriques qui président à sa construction. C'est ainsi qu'avant de montrer comment sont faits les moteurs, chargés d'actionner nos voitures, il rappelle les principes de la Thermodynamique, les cycles employés pour les moteurs à vapeur et à explosion, les règles qui président à l'établissement d'un moteur électrique. Il donne aussi les moyens de calculer, conformément aux règles de la résistance des matériaux, les éléments des divers organes. Il donne enfin des applications numériques pour illustrer et rendre plus compréhensibles les formules.

Après avoir analysé les divers éléments d'un véhicule, il décrit en détail les principaux types de voitures à vapeur, à pétrole et électriques.

L'ouvrage, fait avec beaucoup de méthode, comprend, sous un volume aussi réduit que possible, la matière de près de 1400 pages d'un format ordinaire. Il doit être recomposé chaque année pour être tenu au courant des perfectionnements qui sont apportés, d'une façon incessante, à la construction automobile.

GÉRARD LAVERGNE,

Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Hildebrandsson (Hildebrand), Professeur à l'Université royale, directeur de l'Observatoire météorologique d'Upsal, et **Teisserenc de Bort** (Léon), directeur de l'Observatoire de Météorologie dynamique de Trappes. — *Les bases de la Météorologie dynamique* ; historique, état de nos connaissances. 7^e livraison — 1 vol. in-8°. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

On a rendu compte, dans la *Revue* de 1904, des premières livraisons parues du grand ouvrage de MM. Hildebrandsson et Teisserenc de Bort. Peu de temps après, paraissait une septième livraison, qui comprend deux chapitres, l'un consacré aux orages et grains, l'autre aux trombes et tornades.

C'est au Service météorologique français, organisé par Le Verrier, et aux travaux de ses collaborateurs, Marié-Davy et Fron, qu'on doit la démonstration du fait capital que les orages ne sont pas, en général, des phénomènes localisés. Ils viennent de l'Océan, traversent la France, et, si l'on trace les lignes joignant les stations où l'orage a éclaté à la même heure, on trouve que cette ligne balaye d'un mouvement régulier une partie du territoire.

M. Mohr étendit bientôt à la Norvège le service des observations d'orages et arriva aux mêmes conclusions : des observations analogues furent instituées en Suède, en Allemagne, en Italie et dans les divers pays d'Europe.

L'étude des variations du baromètre et des autres instruments d'observation au début d'un orage conduit naturellement à l'étude des grains : l'enquête de Clément Ley à la suite du naufrage de l'*Eurydice*, les recherches d'Abercromby et sa découverte de la coïncidence entre la ligne de grain et le thalweg de la dépression en V, enfin les travaux plus récents de Köppen en Allemagne et de Durand-Gréville en France sont résumés avec tout le détail nécessaire.

Le chapitre sur les trombes et tornades contient des descriptions des phénomènes divers groupés sous ces dénominations, depuis les petites trombes du Sahara et de l'Égypte, observées par Raoul Pictet, puis par Teisserenc de Bort, qui en a plusieurs fois traversé à cheval et a pu observer les phénomènes à l'intérieur et à l'extérieur, — jusqu'à ces tornades terribles qui ont parfois dévasté quelques cantons de notre pays ; on trouve notamment la description de la trombe de Dreux, par M. Teisserenc de Bort, et de la trombe de Hallsberg en Suède, par M. Hildebrandsson.

L'ouvrage contient dans le présent fascicule, comme dans le précédent, des reproductions de cartes originales empruntées aux Services météorologiques des divers pays, et offre ainsi un intérêt historique et documentaire absolument unique.

BERNARD BRUNHES,

Directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme.

Riche (A.), *Directeur des Essais à la Monnaie*, et **Forest** (M.), *Essayeur des Monnaies*. — *L'Art de l'Essayeur*. — 1 vol. in-16 cartonné, de 431 pages avec 103 figures. (Prix : 5 fr.) Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1906.

Ce livre est une seconde édition, augmentée, de l'ouvrage de Riche et Gelis. Il constitue le bagage scientifique essentiel des essayeurs, c'est-à-dire des chimistes qui, avec un matériel très simple, doivent trouver vite et exactement les teneurs des matières argentifères, aurifères, platinifères et quelquefois cupri-

frères. Plus rarement, les essayeurs ont à doser les métaux communs.

Ce manuel permettra au candidat-essayeur d'acquiescer toutes ces connaissances, non pas comme un manœuvre qui ne se rend pas compte de ce qu'il fait, mais comme un chimiste intelligent qui ne se rebute pas en face de difficultés imprévues. Il faut féliciter MM. Riche et Forest d'avoir relevé le niveau des connaissances scientifiques exigées des candidats au diplôme d'essayeur de la Monnaie. Il est intéressant — déjà au point de vue pédagogique — de voir les méthodes suivies par les auteurs pour arriver à un but essentiellement pratique, tout en développant juste assez d'idées théoriques pour que la culture générale du candidat ne soit pas négligée.

Le lecteur est d'abord initié, grâce à de nombreuses et excellentes figures, aux choses du laboratoire : il se familiarise avec le mortier, le tamis, la cisaille, le creuset, la balance, les fourneaux, etc... C'est, en quelque sorte, une promenade qu'il fait à travers le laboratoire. Il reçoit ensuite une leçon de Chimie théorique : les phénomènes de dissolution, les combinaisons, la théorie atomique, la nomenclature, les lois de la Chimie sont exposés dans ce qu'ils ont d'essentiel et sont appuyés sur des exemples frappants.

L'essayeur aura à se servir d'un certain nombre de réactifs : *L'Art de l'Essayeur* lui en donne les propriétés, les modes de préparation dans ce qu'ils ont d'intéressants pour le but qu'il se propose.

Après un court chapitre sur les *essais au chalumeau*, on aborde les propriétés et l'analyse des métaux précieux. Ici, aucun détail n'est épargné : l'échantillonnage avec ses causes d'erreur (phénomènes de liquation, etc...), la compellation, les essais par voie sèche et par voie humide, l'influence des différents métaux sur les méthodes d'analyse, tout cela est décrit avec une minutie qui ne laisse rien à désirer et qui dénote, de la part des auteurs, une rare compétence. On ne saurait avoir à faire une analyse de métaux précieux sans avoir recours à cette partie du livre.

Après un exposé aussi complet des essais relatifs à l'argent, à l'or et au platine, les auteurs sont beaucoup plus brefs pour ce qui concerne les autres métaux. Le cuivre, cependant, comporte un certain développement à cause de sa présence fréquente à côté des métaux précieux. Le dernier chapitre est réservé à l'essai des cendres et des combustibles et à des notions générales sur la métallurgie.

On sait que M. Riche a été, il y a plus de trente ans, l'un des premiers initiateurs des méthodes d'analyse électrolytique; aussi trouvons-nous ces méthodes appliquées à quelques métaux. A ce propos, nous ferons quelques petites critiques : d'après M. Riche, le cuivre peut se déposer d'une solution contenant peu d'argent sans être gêné par ce métal; nos expériences nous ont montré, au contraire, que l'argent se dépose avec le cuivre, ce qui est d'ailleurs évident, *a priori*, étant donné que l'argent se dépose déjà avec une tension électrique inférieure à celle du cuivre. D'autre part, M. Riche admet comme constitution du peroxyde de plomb électrolytique le composé PbO_2 ; nous avons démontré que cette formule est inexacte, et que le facteur analytique

$\left(\frac{Pb}{PbO_2}\right) = 0,866$ doit être remplacé par 0,853, ce qui fait une différence de 1,5 %. Il est vrai que cette différence affecte peu les résultats de M. Riche, qui n'a guère à déposer plus de 30 milligrammes de plomb.

Nous ferons une dernière critique à l'endroit des poids atomiques, qui sont anciens et qui présentent sur les poids atomiques révisés (année 1903, des différences qui peuvent dépasser 1 %).

Ces quelques petites réserves ne sauraient atteindre la valeur de l'ouvrage de MM. Riche et Forest, qui restera le manuel pratique des essais des métaux précieux, comme il l'a été pour l'édition précédente (de MM. Riche et Gelis).

A. HOLLARD,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Sargenton-Galichon (M^{me} A.) — A travers le Haurân et chez les Druses. Excursion à Palmyre par Homs (*Communications faites à la Société de Géographie de Genève*). — 1 plaquette de 88 pages avec gravures. Chez l'auteur à Genève, et librairie Fischbacher, à Paris, 1906.

M^{me} Sargenton-Galichon est toujours l'intrépide voyageuse dont nous avons fait connaître, ici même, le beau voyage : « Sinai Mâ-ân Petra (Sur les traces d'Israël et chez les Nabatéens) ». Les deux communications qu'elle vient de donner à la Société de Géographie de Genève et qu'elle a réunies, sur le désir de tous ses auditeurs, en une élégante brochure, nous permettent de visiter quelques cités antiques de la Syrie, de pénétrer un peu mieux dans la connaissance des Druses et d'avoir une vue toute récente de Palmyre. Il serait superflu de louer de nouveau le talent de l'auteur, le pittoresque et le charme de ses descriptions, son érudition discrète et souriante. La lecture est courte, mais l'agrément en est grand, et il faut souhaiter que M^{me} Sargenton-Galichon voyage souvent pour notre profit et pour notre plaisir.

L. O.

Javal (E.), *Membre de l'Académie de Médecine.* — *Physiologie de la Lecture et de l'Écriture, suivie de deductions pratiques relatives à l'hygiène, aux expertises en écriture et au progrès de la typographie, de la cartographie, de l'écriture en relief pour les aveugles, etc.* — 1 vol. in-8° de la Bibliothèque scientifique internationale de 296 pages avec 96 figures dessinées par M. Ch. DREYFUS. (Prix : 6 fr.) F. Alcan, éditeur. Paris, 1906.

Voici un livre dont le contenu, malgré le titre, intéressera moins les physiologistes que bon nombre de médecins, d'hygiénistes, d'ophtalmologistes, de pédagogues, d'architectes, d'imprimeurs, de fondeurs de caractères, de journalistes, etc. J'en passe. C'est que le livre en question est un livre *socialement* utile; c'est qu'il apporte, par l'étude attentive et précise des questions exposées, des perfectionnements dans des détails dont l'importance est énorme, vu le nombre de ceux qui peuvent en profiter. C'est aussi qu'il est la conclusion, immédiatement applicable et pratique, d'un grand nombre de recherches théoriques et expérimentales qui ont rempli à peu près toute la vie de l'auteur; conclusions où chacun de ceux que j'ai cités plus haut, et d'autres, peut venir puiser après s'être convaincu qu'il fera mieux ce qu'il a socialement à faire s'il applique après avoir lu. Or, n'est-ce pas là aujourd'hui l'idéal que nous sommes plus enclins à chercher dans tout livre scientifique? Et en cela, un livre comme celui-ci se différencie, me semble-t-il, du mémoire, de la note, de l'article. Avec toute la série des démonstrations par le raisonnement et par les faits que comporte le développement du sujet traité, il apporte quelque chose de plus : les indications pour passer à l'action, c'est-à-dire pour refaire, quand c'est possible, ce qui a été mal fait d'après les erreurs antérieures; pour concevoir et réaliser un progrès d'après la vérité nouvelle. C'est ainsi qu'on pourra, dans ce livre, trouver comment on peut mesurer plus exactement l'acuité visuelle d'un oeil; pourquoi ce défaut si fréquent de l'œil, l'astigmatisme, est si rarement corrigé et encore plus rarement bien corrigé; à quoi tiennent la rapidité et la lisibilité de l'écriture; dans quelle orientation nécessaire doivent être construites nos écoles; comment raccourcir le temps et la peine des enfants qui apprennent à lire et à écrire; enfin, et surtout, on y trouvera un très grand nombre de données pratiques sur la forme et le dessin des caractères, l'épaisseur des traits constitutifs des lettres, les empâtements, l'interlignage, etc., toutes choses qu'il est aujourd'hui impossible d'ignorer, car tout le monde est journaliste plus ou moins, ou le sera, et sinon journaliste, auteur, ayant affaire à un imprimerie.

meur ou à un éditeur dont il vaut mieux savoir discuter les conditions ou les idées.

L'utilité d'un pareil livre ne pouvait donc être plus large, ni plus immédiate, et son succès n'a rien qui doive étonner¹.

Mais à cette qualité dominante, à mon avis, s'en joint une autre, c'est le nombre de faits historiques, expérimentaux, scientifiques qu'il révèle. Saviez-vous, par exemple, que les caractères dits *elzévir*, qui plaisent tant à notre œil, ont tout simplement été créés à Paris en 1540 par Garamond, et que c'est Garamond qui fut ensuite le fournisseur des *Elzévir* à Amsterdam et à Leyde? Et la lettre *I*, barrée à gauche, saviez-vous que c'est d'après une ordonnance du roi Soleil et dès 1702, que cette *secante* est la marque distinctive de notre Imprimerie nationale, que nulle autre n'a le droit d'avoir?

Je voudrais dire encore quelques mots avant de terminer cette analyse, déjà trop longue, sur toute la partie de ce livre se rapportant aux améliorations introduites par l'auteur, aveugle lui-même, à l'écriture et à la lecture des aveugles. Il y a là des petits miracles d'ingéniosité (telle la languette de papier luvard qui indique, par un arrachement plus facile, si la plume est bien encreée), miracles que l'auteur décrit avec une simplicité qui en double le charme. Décidément, chacun aura trouvé son compte à l'apparition de ce bon livre, les aveugles et plus encore les clairvoyants!

J. BERGONIÉ.

Professeur de Physique biologique
et d'Électricité médicale
à l'Université de Bordeaux.

4° Sciences médicales

Manson (Sir Patrick). — *Lectures on tropical Diseases.* — 1 vol. in-8° de 230 pages, avec figures. (Prix : 7 s. 6 d.) Arch. Constable and Co., éditeurs. Londres, 1906.

L'étude de la pathologie des pays chauds a fait, depuis quelque temps, d'incontestables progrès. Il n'est pas une année où une découverte notable, un éclaircissement important, ne soient venus révolutionner nos conceptions premières sur l'étiologie ou la nature des maladies des climats chauds. Parmi les affections qui mûrissent dans l'étude tropicale, et qui se sont tour à tour enrichies de notions nouvelles, je citerai la malaria, la chylurie, les pirosplasmoses, la filariose, la dysenterie, la maladie du sommeil et les diverses formes cliniques de la trypanosomiase, la fièvre de Malte.

L'auteur des « Lectures sur les maladies tropicales », sir Patrick Manson, peut, lui-même, revendiquer sa part dans les progrès apportés à l'étude de ces maladies, et ses travaux antérieurs lui donnent une incontestable autorité dans ces matières.

L'ouvrage qu'il publie aujourd'hui constitue le recueil de dix Conférences qu'il a faites en 1905 au Collège médical de San Francisco. En lisant ces leçons, écrites en un langage familier et imagé, où l'humour ne fait même pas défaut, on éprouve le sentiment que leur auteur n'a parlé que de faits et de choses qu'il a personnellement observés et médités. Il s'appesantit exclusivement sur les principes cliniques et épidémiologiques importants, délaissant tout détail historique ou bibliographique.

On lira avec fruit ses études originales sur le ver de Guinée, la bilharziose, les filarioses, les trypanosomiases humaines, l'ankylostomiase, le paludisme. Il se range à l'avis de Leishman, de Christophers et de L. Rogers, sur l'origine pirosplasmique du kala azar, pyrexie redoutable fréquente dans l'Inde, et sur les relations morphologiques étroites de son parasite avec le trypanosome. Il fait observer que, puisque le bouton d'Orient est une pirosplasme bénigne, son agent pathogène n'est, peut-être, qu'une forme dégénérée des corps de

Leishman, et qu'il pourrait vacciner contre la spléno-mégalie tropicale, si fréquemment mortelle.

Pour le paludisme, Manson n'admet pas d'autre mode de transmission que la piqure par les Anophèles. Peut-être, selon lui, ces moustiques sont-ils capables de s'infecter en puisant du sang non seulement chez l'homme paludéen, mais encore chez les singes anthropoïdes ou chez les mammifères ayant quelque rapport évolutif avec l'espèce humaine.

De nombreuses figures illustrent ce petit ouvrage, édité avec le plus grand soin. D^r H. VINCENT,

Professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce.

5° Sciences diverses

Poincaré (H.), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. — *La valeur de la Science.* — 1 vol. in-8° de 278 pages de la Bibliothèque de Philosophie scientifique. (Prix : 3 fr.) Ernest Flammarion, éditeur. Paris, 1906.

Quelle que soit la science dans laquelle les grands penseurs de tous les temps ont été des inventeurs de génie, un caractère commun les réunit : c'est leur esprit philosophique. L'invention, dans le domaine que des dispositions particulières leur avaient fait choisir, fut, pour presque tous, la tâche unique de leur jeunesse. Puis, possédant, autant qu'un homme puisse la dominer, la science de leur temps, ils se sont élevés au-dessus des branches particulières du savoir, et, embrassant désormais de grands ensembles, se sont demandé quelles étaient les limites de notre connaissance réelle du monde. Pour tous ceux qui atteignirent ces sommets, ce fut certainement une joie intense de découvrir des contrées de plus en plus étendues. Mais c'est aussi, pour les maîtres de la pensée, un devoir de montrer quels en sont les procédés, quels sont les instruments du progrès réel en dehors des techniques spéciales, quels sont les faits bien acquis, quelles sont les illusions.

Cette noble tâche, M. Henri Poincaré la poursuit, depuis des années, par la parole et par le livre. Il fut un temps où, tandis qu'il enseignait la Physique mathématique à la Sorbonne, ses cours, publiés chaque semestre, ouvraient constamment aux physiciens des horizons nouveaux. Ceux auxquels leurs occupations ne permettaient pas de suivre le grand géomètre dans le détail de son enseignement s'en tenaient aux préfaces, où abondaient des vues toujours nouvelles au point d'être parfois déconcertantes. L'impression sur les physiciens, jeunes ou vieux, était profonde, et la trace en est restée dans bien des esprits.

Aujourd'hui, M. Poincaré aborde avec une ampleur plus grande encore les questions de philosophie scientifique ; en deux ouvrages parus coup sur coup : *Science et Hypothèse*, et *La Valeur de la Science*, il développe plus complètement sa pensée en ce qui concerne les concepts fondamentaux sur lesquels s'appuie notre connaissance du monde extérieur. Dans le premier, une place très large était faite à la Géométrie et à l'Analyse. Le second se rapproche des sciences expérimentales, et répond ainsi plus complètement à une préoccupation de notre époque.

Quelle est donc la véritable valeur de la Science ? Bien des gens nous répondront en disant que, sans la science, nous ne posséderions pas les machines qui sont la source des richesses et du bien-être, et que, pour ce bienfait, il faut pardonner à la science de coûter si cher. On est parfois obligé de recourir à cet argument pour répondre aux doutes qu'on entend émettre sur les bienfaits du travail scientifique. M. Poincaré s'associerait, au besoin, à cette manière de voir, ou tout au moins comprend que certains esprits s'en tiennent là. Mais sa pensée vraie ne s'y arrête pas longtemps. « Si j'admire, dit-il, les conquêtes de l'industrie, c'est surtout parce qu'en nous affranchissant des soucis matériels, elles donnent un jour à tous le loisir de contempler la Nature ; je ne dis pas : la Science

¹ La deuxième édition est sous presse.

est utile, parce quelle nous apprend à construire des machines ; je dis : les machines sont utiles, parce qu'en travaillant pour nous, elles nous laisseront un jour plus de temps pour faire de la science. Mais enfin il n'est pas indifférent de remarquer qu'entre ces deux points de vue il n'y a pas de désaccord, et que l'homme ayant poursuivi un but désintéressé, tout le reste lui est venu par surcroît. »

Voilà bien ce qu'il fallait faire. Et, à notre époque où, plus que jamais peut-être, on n'estime que ce qui est immédiatement utile, c'est-à-dire ce qui produit directement des richesses, il est heureux que le culte de l'idéal scientifique soit aussi fermement affirmé.

L'ouvrage de M. Poincaré est divisé en trois parties : la première traite des sciences mathématiques, la seconde des sciences physiques ; dans la troisième, enfin, est discutée la question de la valeur objective de la science.

Pour qui n'a pas étudié de près les Mathématiques, elles constituent le domaine de la logique et de la certitude, à tel point qu'on n'imagine pas qu'une question mathématique puisse être traitée avec une autre préoccupation. Il est loin, cependant, d'en être ainsi. Sans doute, toute question mathématique n'est parfaite que lorsque la logique l'a fournie dans ses moindres détails, et n'a rien laissé qui n'offre une complète certitude. Mais c'est là, à peu d'exceptions près, le second stade de son évolution. Le premier est tout d'invention, et l'intuition y joue le rôle principal. Cette intuition n'est assurément point aussi arbitraire que celle de la pensée artistique. A celle-ci on ne demande que la beauté, alors que, dès l'instant où elle commence à se former, on est plus exigeant pour la pensée mathématique.

Mais ne voit-on pas M. Klein, lorsqu'il étudie une question très abstraite de la théorie des fonctions, remplacer la surface de Riemann, à laquelle se rapporte la question traitée, par une surface métallique, dans laquelle il fait passer un courant électrique ? La façon dont ce courant sera distribué définira une fonction dont les singularités seront précisément celles qui sont prévues par l'énoncé.

Un logicien aurait rejeté avec horreur une semblable conception, ou, plutôt, il n'aurait pas eu à la rejeter, car elle n'aurait jamais pu naître dans son esprit.

Mais, si l'intuition donne souvent sans difficulté des résultats exacts, il faut cependant se garder de lui demander autre chose. C'est parce qu'on était autrefois trop intuitif et trop peu logique, que l'on regardait comme deux définitions à peu près équivalentes celle de la continuité d'une fonction et celle de l'existence d'une dérivée. Les logiciens nous ont montré que la première de ces conditions n'entraîne pas nécessairement la seconde. Autrefois, on était trop visuel à l'égard des courbes ; on les matérialisait de telle sorte qu'il était impossible de les voir continues sans qu'elles eussent une tangente en chaque point. Aujourd'hui, la théorie des fonctions, dans son complet développement, s'est complètement affranchie de ce lien qui la liait.

La mesure du temps et celle de l'espace ont amené M. Poincaré à discuter la valeur objective de ces concepts. Nous croyons avoir une notion instinctive de la fuite du temps ; deux intervalles égaux dans le temps nous semblent parfaitement définis et suffisamment comparés entre eux lorsque nous les avons rapportés à l'échelle se déroulant en même temps que notre vie, et dont les divisions naturelles sont les années et les jours, subdivisés au moyen des horloges. En fait, cette notion, si simple et si claire en apparence, cache des obscurités ; et, pour être certain de s'entendre sur des intervalles égaux ou sur le même instant mathématique répété en deux points du monde, il faut accumuler les corrections et les subtilités. L'importance de définitions irréprochables et de l'absence de toute illusion apparaîtra à tout instant, en Mécanique, dans l'application du principe de relativité, dans la

discussion du mouvement de la Terre, bref dans les questions les plus vitales de la science.

Les Mathématiques, auxquelles M. Poincaré a consacré la première partie de son ouvrage, pénètrent toute la science expérimentale, qu'elles fécondent pour ainsi dire, en faisant rendre à l'expérience tout ce qu'elle peut donner. Les expériences sont isolées ; la formule les réunit d'un trait continu, et contient, par cela même, un nombre de faits infiniment plus grand que celui qu'a directement révélé l'expérience. Mais les Mathématiques, dans leurs rapports avec la Physique, ne sont pas limitées à ce rôle un peu subalterne, qui ne les rendrait productrices que par interpolation.

D'abord, elles aident l'intuition, et elles seules peuvent conduire la pensée de la conception d'une action élémentaire au résultat directement vérifiable du phénomène visible.

Mais leur conquête la plus élevée dans le domaine des sciences physiques tient à ce qu'elles ne s'attachent qu'à la forme pure, sans connaître la matière elle-même. « C'est l'esprit mathématique qui nous a enseigné à nommer du même nom des êtres qui ne diffèrent que par la matière, à nommer du même nom, par exemple, la multiplication des quaternions et celle des nombres entiers. »

C'est ce même esprit d'abstraction qui fait oublier les apparences, et fait considérer, par exemple, comme un seul phénomène, les ondes électriques et les rayons lumineux.

Maxwell, qui était profondément imprégné du sentiment de la symétrie mathématique, eut l'idée de compléter, par un terme qui n'avait pas semblé jusque-là nécessaire pour l'explication des phénomènes connus, les équations classiques de l'électro-dynamique. Et, grâce à cette intuition toute mathématique, Maxwell a pu devancer de vingt ans l'expérience.

Tels sont les exemples que donne M. Poincaré des services que les Mathématiques peuvent rendre à la Physique, et par là à toutes les sciences.

Mais ces services ne sont pas sans compensation ; les Mathématiques ne donnent pas constamment sans recevoir. La Nature, c'est-à-dire, en définitive, la science expérimentale, apporte au mathématicien les meilleurs objets de sa pensée, qu'elle guide et ramène dans sa vraie voie.

« Le mathématicien pur qui oublierait l'existence du monde extérieur serait semblable à un peintre qui saurait harmonieusement combiner les couleurs et les formes, mais à qui les modèles feraient défaut. Sa puissance créatrice serait bientôt tarie. »

Les mathématiciens doivent tout d'abord à la Nature la notion du continu. Assurément, beaucoup d'entre eux affirment qu'en dehors du nombre entier, il n'y a pas de vraie rigueur. Mais faut-il rappeler que M. Hermite a introduit le continu même dans la théorie des nombres ?

Ainsi le domaine propre du nombre entier est envahi lui-même, et cette invasion a établi l'ordre, là où régnait le désordre. » D'ailleurs, les cas particuliers ne manquent pas, et il suffit de rappeler les grands noms de Fourier et de Laplace pour montrer à quel point la nécessité de traiter des problèmes de la Physique a été créatrice en Analyse pure.

Dans le chapitre où M. Poincaré parle de l'Astronomie, nous trouvons le développement magistral de cette pensée, que cette science a possédé un rôle éducatif de premier ordre, parce que, la première, elle a révélé aux hommes l'existence de lois se déroulant dans le temps et dans l'espace. Et l'homme, ayant acquis par l'observation la certitude que quelques-uns des phénomènes de l'univers sont complètement en dehors du hasard et du caprice, ne pouvait manquer de chercher des généralisations là où l'arbitraire semblait encore régner. Puis l'Astronomie nous a appris à nous délier des apparences. Elle nous a montré aussi ce que nous sommes véritablement dans l'Univers, et, en le faisant, nous a rendus plus réellement

modestes. Tels sont ses services dans le passé.

Pour le présent et l'avenir, si nous laissons de côté les applications immédiates au repérage des points sur la Terre, l'astronomie physique, dont les débuts datent d'un demi-siècle à peine, dispose pour son étude des creusets gigantesques où se produisent les prodigieuses transformations dont nous ne voyons, dans les laboratoires, qu'une pâle et minuscule image. « Peut-être même les astres nous apprendront-ils un jour quelque chose sur la vie; cela semble un rêve insensé, et je ne vois pas du tout comment il pourrait se réaliser; mais, il y a cent ans, la chimie des astres n'aurait pas paru aussi un rêve insensé? »

La Physique mathématique a franchi déjà plusieurs étapes successives. Il sembla, au début, que tous les phénomènes naturels seraient expliqués lorsque la théorie des forces centrales aurait été suffisamment développée, et c'est à l'élaboration complète de cette théorie que les grands mathématiciens se sont d'abord attaqués. En fait, aussi longtemps qu'on s'en est tenu à des problèmes abordables par le calcul, la Physique des forces centrales a permis de progresser. Fondée sur le principe de l'action et de la réaction, ou principe de Newton, ainsi que sur le principe de relativité, suivant lequel le système de coordonnées peut être lié à l'un quelconque des corps que l'on considère, elle permettait d'établir par déduction le principe de la conservation de l'énergie.

Toutefois, ce principe, considéré dans toute sa généralité, est d'une application infiniment plus facile, parce qu'il opère sur des ensembles, et donne, d'un seul coup, une relation entre l'état initial et l'état final d'un système.

Ainsi, peu à peu, l'usage de ce principe et des autres principes fondamentaux s'est substitué à la Physique des forces centrales, non point que celle-ci fût jugée erronée, mais parce qu'elle était devenue inféconde par sa complication technique.

Puis il était un groupe de transformations qui lui échappaient : ce sont celles qui gouvernent le principe de Carnot, et dont il indique le sens, alors que, pour la Physique des forces centrales, on pourrait, à partir d'un état initial quelconque, remonter dans le passé ou descendre dans le futur. Le rôle du principe d'évolution est ici décisif.

La Physique du XIX^e siècle est surtout féconde par l'emploi des principes; et maintenant, on peut se demander s'ils n'ont pas fait leur temps, si les exceptions à chacun d'eux ne commencent pas à apparaître et si l'on ne devra pas restreindre le domaine de leurs applications.

Les masses semblent dépendre de la vitesse, et le principe de Lavoisier est en péril, ou, tout au moins, il n'est suffisamment exact que pour les faibles vitesses. L'action et la réaction ne sont pas immédiatement égales, si l'on considère les corps matériels entre lesquels passe un flux d'énergie. Un corps rayonnant supporte une action de recul avant que le rayonnement, atteignant un autre corps matériel, le repousse à son tour. Cependant, le principe peut rester vrai si l'on considère l'action sur l'éther. De plus, il est vrai en moyenne, même pour la matière seule, et n'est que différé.

Le radium a semblé impliquer une exception au principe de Mayer. Cette exception est expliquée aujourd'hui par les décompositions atomiques; mais il ne faut pas oublier que l'une des explications données dès le début par notre très regretté Curie reposait sur l'hypothèse de l'existence, dans l'espace, d'une énergie le traversant dans tous les sens, et que seuls les corps radio-actifs arrêtent et transforment.

Ainsi, dit M. Poincaré, le principe est mis hors des atteintes de l'expérience, parce que cette nouvelle source d'énergie pourrait expliquer toutes les exceptions futures.

La Science est-elle artificielle? Telle est la question que pose M. Poincaré au début de ses conclusions.

Pour comprendre cette question, il faut avoir suivi les débats des métaphysiciens modernes, dont quelques-uns, M. Le Roy notamment, ont réduit la Science à une sorte de nominalisme, pour lequel la science n'est faite que de conventions, ce qui lui donne son apparente certitude. Ainsi, la science ne pourrait rien nous apprendre de la vérité, et pourrait seulement nous servir comme règle d'action, c'est-à-dire comme un ensemble de recettes, servant à prévoir les phénomènes ou à les provoquer, mais sans autre valeur générale. M. Poincaré combat avec force cette manière de voir. « Il n'y a pas moyen d'échapper à ce dilemme : ou bien la science ne permet pas de prévoir, et alors elle est sans valeur comme règle d'action; ou bien elle permet de prévoir d'une façon plus ou moins imparfaite, et alors elle n'est pas sans valeur comme moyen de connaissance. »

M. Le Roy pousse son opinion jusqu'au paradoxe lorsqu'il dit que le savant crée le fait, ou tout au moins le fait scientifique, sinon le fait brut. Mais M. Poincaré montre combien la distinction est artificielle, en traitant une série d'exemples, qui l'amènent à conclure que « le fait scientifique n'est que le fait brut traduit dans un langage commode » et que « tout ce que crée le savant dans un fait, c'est le langage dans lequel il l'énonce ».

Dans le groupement des faits en lois, la libre activité du savant se manifeste plus que dans la recherche ou dans l'exposé brut des phénomènes. Mais M. Le Roy semble attribuer une trop grande part à cette liberté. Ainsi, dire que les corps qui tombent en chute libre parcourent des espaces proportionnels aux carrés des temps, c'est, pour lui, énoncer la loi même de la chute libre; lorsque cette condition ne sera pas remplie, nous en serons quittes pour dire que la chute n'est pas libre, de telle sorte que la loi ne pourra jamais être mise en défaut. « Il est clair que, si les lois se réduisaient à cela, elles ne pourraient servir à rien prédire. » Mais la science vaut heureusement mieux que cela. On peut définir, antérieurement au résultat, les conditions dans lesquelles se produira la chute libre ou à peu près libre, et l'on devra s'attendre alors à trouver la relation comme entre les temps et les espaces.

Il me semble qu'en apportant de bons arguments à l'encontre des idées de M. Le Roy, M. Poincaré est, en quelque mesure, mieux qu'autrefois, d'accord avec le sentiment instinctif, si non raisonné, des physiciens.

N'était-il pas un peu nominaliste lorsqu'il énonçait le principe de Mayer sous la forme : « Il y a quelque chose qui reste constant » ? Alors, le principe ne pouvait jamais être en défaut, parce qu'il contenait lui-même la définition de l'énergie. Comme pour la chute des corps, nous pouvons rechercher quelles sont les formes de l'énergie que contient un système isolé, et alors nous affirmerons que la somme en restera constante. Assurément, nous ne posséderons pas la certitude mathématique de notre prédiction, mais le principe sera fructueux, tandis qu'il était mort dans sa forme nominaliste.

Pour M. Poincaré, la science est objective, et nous pouvons l'affirmer, parce que la connaissance de certains faits est commune à un grand nombre d'êtres pensants. Ce n'est point que nous arrivions à connaître parfaitement la véritable valeur des choses, mais nous connaissons les rapports des choses, et c'est là la seule vérité objective.

Telle est la conclusion du beau livre de M. Poincaré; elle est d'autant plus bienfaisante que, pour y parvenir, il a remué tous les doutes, entraînant le lecteur à se demander, en maint endroit, ce qui survivrait à tant de ruines amoncelées, à tant d'illusions semées au long des chemins; et c'est par là que la science restera fortifiant l'action de cet ouvrage, qu'on lit et relit avec passion, et dont chaque ligne incite à penser.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Juin 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Lerch présente ses recherches sur le problème du cylindre elliptique. — M. A. Laussedat signale les tentatives intéressantes poursuivies dans la Marine allemande pour déterminer, au moyen de la photographie, d'une part les positions de combat des torpilleurs d'une flotte en manœuvre, d'autre part la hauteur des vagues de la mer.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. H. Amagat démontre la proposition suivante : Pour deux fluides suivant la loi des états correspondants, en des points correspondants les excès des chaleurs spécifiques moléculaires sur les valeurs limites qu'ont celles-ci à l'état parfait sont égaux ; par suite, si les fluides considérés ont même chaleur spécifique moléculaire à l'état de gaz parfaits, en des points correspondants leurs chaleurs spécifiques moléculaires sont égales. — M. André Broca estime que le pouvoir inducteur spécifique, dans le cas des conducteurs comme dans celui des diélectriques, n'est pas une constante bien définie ; la viscosité électrique, au contraire, dans le cas des conducteurs, est une constante importante. — M. P. Villard a réalisé des phénomènes analogues à ceux de l'aurore boréale au moyen d'une vaste ampoule dans laquelle on produit un faisceau cathodique aussi parallèle que possible et oblique aux lignes de force d'un champ produit entre les pôles d'un électro-aimant. — M. H. Hergesell montre que les îles situées au large du continent africain exercent une certaine influence sur les courants aériens ; en particulier, les brises de SW observées sur le Pic de Ténériffe sont la résultante de causes locales. — M. G. Claude a apporté une amélioration nouvelle à la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur ; il opère la détente en deux portions distinctes. — M. Binet du Jassoneix a constaté que, des deux borures de manganèse définis MnB et MnB_2 , le premier seul présente des propriétés magnétiques ; la perméabilité des fontes borées de manganèse est d'autant plus grande qu'elles contiennent davantage de ce borure. — M. A. Duboin a préparé de nouveaux iodomercurates de magnésium $MgI_2 \cdot 2HgI_2 \cdot 7H_2O$ et $MgI_2 \cdot HgI_2 \cdot 9H_2O$ et de manganèse $3MnI_2 \cdot 5HgI_2 \cdot 20H_2O$. — M. P. Chrétien, en réduisant le sélénure d'antimoine au rouge par l'hydrogène pur, a obtenu deux sous-sélénures : Sb_2Se_5 ou Sb_2Se_6 , $2SbSe$ et Sb_2Se_4 ou Sb_2Se_5 , $SbSe$; il existe également un monosélénure $SbSe$. — M. L. Quennessen montre que, dans l'attaque du platine par l'acide sulfurique, si l'on emploie l'acide du commerce, c'est l'oxygène de l'air qui intervient comme agent oxydant ; avec l'acide à titre élevé en l'absence d'O libre, c'est SO_2 en solution dans l'acide qui fournit l'O nécessaire à l'oxydation. — M. R. de Forcrand conseille d'adopter l'orthographe *cuvium* pour le métal de ce nom, comme conforme à la graphie classique et à l'étymologie. — MM. A. Haller et J. Minguin, en faisant réagir à 220°-230° l'alcool isobutylique sodé sur le camphre, ont obtenu l'isobutylcamphol, F. 55°, qui est oxydé par le permanganate en isobutylcamphore, F. 28° ; ce dernier, traité par Br à 100°, puis par KOH, fournit l'isobutylidénecamphore, Eb. 143° sous 10 mm. Avec l'alcool propylique, on obtient de même le propylcamphol, F. 61°, le propylcamphore, Eb. 123° sous 14 mm., et le propylidénecamphore. — MM. L. Vignon et J. Mollard ont constaté que le chlore, en agissant sur la laine, la modifie et peut la dissoudre ; dans des conditions déterminées, il lui donne des propriétés nou-

velles. En particulier, elle perd 10 % de son poids, se teint plus facilement en donnant des nuances plus foncées et plus brillantes, et devient sensiblement irrétrécissable. — MM. F. Bordas et Touplain proposent une nouvelle méthode de dosage des matières albuminoïdes et gélatineuses au moyen de l'acétone, qui les précipite, tandis qu'elle dissout les graisses, huiles, résines et sels solubles qu'elles contiennent.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Calmette et C. Guérin ont reconnu qu'on peut vacciner les jeunes veaux contre la tuberculose par simple absorption intestinale de bacilles modifiés par la chaleur et que cette méthode de vaccination ne présente aucune sorte de danger. — M. Em. Roux indique qu'il poursuit actuellement des expériences analogues, qui confirment les résultats précédents. — M. A. Imbert signale un cas de sarcome du fémur chez un enfant de neuf ans, arrêté dans sa marche, sinon guéri, par la radiothérapie. L'action thérapeutique des rayons X peut donc s'exercer dans la profondeur sur le tissu osseux. — MM. J. Sabrazès, L. Muratet et P. Husnot signalent l'extraordinaire résistance des scolex dans les milieux putréfiés et leur grande mobilité à la température du corps humain. — M. E. Batillon a réalisé l'imprégnation d'un œuf d'Anoure (*Pelodytes*) par le sperme d'un Urodèle (*Triton alpestris*) et a obtenu une segmentation suivant le type de la segmentation parthénogénétique. — M. L. Joubin a étudié les Némertiens bathypnélaques recueillis pendant la dernière croisière du Prince de Monaco ; ils se rattachent aux genres *Plantonemertes*, *Nectonemertes* et *Pelagonemertes*, dont ils constituent de nouvelles espèces. — M. J.-M. Guillon a constaté que tout grain de raisin blessé sur lequel viennent à tomber quelques spores vivantes de *Botrytis Cinerea* est fatalement appelé à pourrir au bout d'un temps variable de 36 heures à 3 jours après l'infection si l'humidité de l'air est suffisante. L'infection de proche en proche ne peut se faire que pour les grains en contact ; elle est à peu près impossible à une certaine distance en raison de l'agitation de l'air. — M. Pussenot déduit des dispositions que présentent les trois bandes de schistes graphitiques du Morbihan, que ces schistes ont appartenu à une couche unique, plissée ultérieurement.

Séance du 18 Juin 1906.

M. Edm. Weiss est élu Correspondant de l'Académie pour la Section d'Astronomie. — La Section de Physique présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. P. Curie : 1^{er} M. D. Gernez ; 2^{es} MM. E. Bouty et H. Pellat ; 3^e MM. A. Broca, A. Pérot et P. Villard. — L'Académie présente, à M. le Ministre du Commerce, la liste suivante de candidats à la chaire de Géométrie vacante au Conservatoire national des Arts-et-Métiers : 1^{er} M. M. d'Ocagne ; 2^{es} M. C. Bourlet ; 3^e M. L. Lévy.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Tzitzéica présente ses recherches sur la déformation de certaines surfaces tétraédrales. — M. Gambier signale une nouvelle classe d'équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme. — M. G. Lery communique ses recherches sur l'équation de Laplace à deux variables. — M. E. Guyon donne quelques renseignements sur les déterminations de la longitude de Brest qui viennent d'être faites entre deux stations à Paris et à Brest par la méthode du transport électrique de l'heure, le temps local étant déterminé au moyen d'astrolabes Claude-Briencourt.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. N. Piltschikoff a trouvé

que, pendant la phase totale de l'éclipse de Soleil du 30 août 1903, la polarisation du ciel à Philippeville était nulle; ce phénomène s'explique par l'étude des milieux troubles. — M. G. Millochau est parvenu à photographier le spectre infra-rouge en utilisant la propriété des rayons infra-rouges de détruire l'action photographique produite sur une plaque sensible préalablement inscrite. — M. E. Demole propose de reproduire les médailles en faisant à la presse à copier l'empreinte de celles-ci sur du papier de plomb mat et en photographiant cette empreinte du côté creux, non pas avec une plaque, mais avec du papier au bromure d'argent. — M. A. Job montre que les vitesses d'oxydation par l'air sont très difficiles à saisir. Les mesures qu'on en fait ne sont valables que si l'on s'impose une technique rigoureuse : agitation très violente du liquide avec l'air dans un vase hermétiquement clos, température constante, déclenchement brusque de la réaction oxydante, inscription graphique très sensible des pressions. — M. E. Briner a vérifié les résultats théoriques de ses études sur les équilibres hétérogènes par des expériences sur les systèmes $\text{HCl} + \text{PH}_3$, $\text{CO}^2 + 2\text{AlH}_3$, $\text{AzH}_3 + \text{H}_2\text{S}$. — M. M. Berthelot, en soumettant à l'action de l'effluve électrique, à la température ordinaire, un courant d'air ou un volume constant d'oxygène et d'azote, en présence d'eau ou d'une solution aqueuse de potasse, a observé la formation directe d'acide azotique, sans formation sensible d' AzH_3 ou d'acide azoteux, jusqu'à épuisement de l'oxygène. La formation d'acide azotique étant exothermique, l'effluve joue surtout le rôle de déterminant ou catalyseur. — M. A. Gautier montre que l'oxyde de carbone réagit au rouge vif sur la vapeur d'eau avec formation d' H_2 et de CO^2 ; par contre, il réagit sur CO^2 au rouge blanc pour former H_2O et CO . Entre ces deux réactions, il s'établit un équilibre quand le volume de CO^2 est égal à celui de H_2 . Ces réactions expliquent l'existence de ces quatre gaz dans les produits des éruptions volcaniques. — M. P. Chrétien montre que les deux températures de fusion observées par M. Pélabon pour les dissolutions de Se dans Sb contenant de 11 à 39 % de Se proviennent de ce que le mélange est déficient. En réalité, il n'y a qu'un seul point de fusion. — M. G. Malfitano a constaté que la pression qui se manifeste dans les solutions concentrées de colloïde hydrochloroferrique, séparées par une membrane semi-perméable du liquide intermicellaire, ne paraît pas liée à la mobilité des micelles; elle dépend de la quantité d'électrolyte retenue par les micelles et de celle qui se trouve libre dans le liquide intermicellaire. — M. P. Breuil a reconnu que la présence de cuivre élève considérablement la dureté de l'acier; tous les aciers contenant de 0 à 33 % de Cu sont magnétiques à froid. — MM. P. Sabatier et A. Mailhe ont observé que les oxydes de Cu, Ni, Co, mis en présence d'un mélange de vapeurs d'un carbure forménique et d'oxygène, provoquent, par catalyse, la combustion complète du carbure. — MM. L. Maquenne et Eug. Roux ont constaté que l'activité d'un extrait de malt, préparé rapidement et à froid, augmente par le repos à la suite d'une auto-excitation qui paraît être en rapport avec sa protéolyse. La réaction alcaline optimale pour la saccharification est la même pour les malts frais et les malts déjà excités ou affaiblis. Les dextrines résiduelles de la saccharification ordinaire paraissent provenir exclusivement de l'amylopectine, déjà liquéfiée, mais non encore saccharifiée. — M. G. Tarnet montre que le mélezitose $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$ est dédoublable par hydrolyse faible en une molécule de glucose et une de turanose. Le turanose $\text{C}^{12}\text{H}^{22}\text{O}^{11}$ est hydrolysé à son tour en une molécule de glucose et une de lévulose. — MM. L. Hugouenq et A. Morel ont reconnu que les albumines s'hydrolysent par les alcalis comme par les acides, sans que les particularités telles que la destruction par la baryte de l'arginine, stable en milieu acide, les leucéines et gluco-protéines de Schutzenberger ne sont autre chose que des mélanges d'acides amidés. — M. P. Fauvel a constaté que

les méthylxanthines (théobromine et caféine) du chocolat et du café augmentent sensiblement les purines urinaires (xantho-uriques), pas du tout l'acide urique et empêchent sa précipitation par les acides. — M. W. Lubimenko a étudié spectroscopiquement les pigments verts des graines mûres; ils diffèrent sensiblement de la chlorophylle. — M. A. Desgrez et M^{lle} B. Guende ont observé que l'administration d'acide phosphorique, de phosphate mono- ou trisodique augmente l'élaboration de la matière azotée et le coefficient d'oxydation du soufre. Les moindres volumes d'urine éliminés correspondent au phosphate trisodique.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. S. Arloing a obtenu, il y a huit ans, un bacille humain habitué à végéter abondamment dans la masse d'un bouillon glycéro et ayant perdu en partie son aptitude à provoquer des tubercules; ce bacille peut être habitué à vivre à 43°-44°, et alors, inoculé au lapin dans le sang, il permet une survie de 80 à 100 jours. L'auteur a réalisé avec ces bacilles ainsi modifiés la vaccination antituberculeuse du veau. — MM. A. Charin et Jardry montrent que l'ablation des ovaires ou leur mise au repos (par la grossesse) ralentissent les mutations nutritives; par contre, l'introduction dans l'économie de proportions relativement considérables de tissu ovarien accélère ces mutations. — M. E. Roubaud a étudié le parasitisme de la *Siphonia cristata* chez les larves aquatiques de Tipules, qui lui apparaît comme la condition normale du maintien de l'espèce. — M. C. Houard a observé que l'action cécidogène engendrée par les larves du *Perrisia capsulae* se fait sentir d'une façon identique tant sur les feuilles de l'extrémité des pousses des Euphorbes que sur les bractées soudées de leurs involucre et les transforme en galles. — M. F. Kovessi a constaté, sur le tronc d'un *Robinia pseudacacia*, que le rayon du cercle limité par l'anneau formé chaque année ne s'accroît pas d'une façon constante, mais en fonction linéaire du temps. L'accroissement en volume est donc proportionnel au cube du temps. — MM. J. Bergeron et P. Weiss estiment que le bassin houiller de Sarrebrück, dans toute son étendue, n'est qu'une immense nappe de recouvrement; dans ce cas, on devra retrouver en Lorraine française, au sud de la région houillère connue, la partie du bassin d'où est venue la nappe qui correspond au bassin de Sarrebrück. — M. Fr. Laur a constaté qu'il existe de l'or d'une façon normale dans les sédiments triasiques en Meurthe-et-Moselle et en Allemagne au delà de la frontière. — M. A. Gaudry présente son ouvrage sur les fossiles de la Patagonie. La faune de ce pays a subi un arrêt de développement à partir de l'Eocène. — M. P. Bertrand a étudié les caractères du stipe de l'*Adelophyton Jutieri*; on y constate une indépendance relative du bois et du liber qui ne se retrouve dans aucune plante actuelle. — M. E. A. Martel montre que, s'il est des cas de roches dures et homogènes où les effets de l'érosion torrentielle demeurent pratiquement non enregistrables par les mesures de temps humaines, il y a, par contre, nombre de sites où la fissilité et l'inconsistance de la pierre permettraient de constater matériellement ces effets au cours même de quelques années.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Juin 1906.

M. P. Budin montre que les consultations de nourrissons rendent de très grands services puisque, dans les villes où elles existent, quoique tous les enfants n'y soient pas conduits, la mortalité de zéro à un an s'abaisse très notablement, parfois d'un quart, d'un tiers et même de la moitié. Ces résultats sont obtenus grâce aux conseils éclairés que donnent les médecins, grâce aussi au développement de l'allaitement au sein. — M. P. Fabre a constaté que la luetie est parfois le siège d'une suffusion sanguine se produisant brusquement, d'une véritable apoplexie locale occasionnant une sensation de chatouillement, de présence d'un corps étranger dans

l'arrière-gorge, bientôt suivie d'un besoin inconscient de déglutir; il survient alors des accès de toux, de vives quintes, des nausées, des vomissements même, tendant à rejeter le faux corps étranger représenté par un petit hématome à forme généralement globuleuse, appendu au voile du palais. Le traitement consiste à piquer avec la pointe d'un bistouri la néo-formation vasculaire pour la faire disparaître, en conseillant aussitôt après l'usage de gargarismes astringents. — Discussion sur la typho-colite muco-membraneuse ou sableuse et l'appendicite.

Séance du 19 Juin 1906.

MM. Armaingaud et Trolard sont élus Correspondants nationaux dans la Division de Médecine.

MM. G. Daremberg et Th. Perroy estiment que la présence d'un excès d'indol dans l'urine indique un trouble dans le fonctionnement du rein, et celle d'un excès de scatol un trouble dans le fonctionnement du foie. — M. E. Thierry signale un cas d'avortement spontané chez une femme ayant donné des soins à des vaches atteintes d'avortement épizootique. Il semble donc possible que l'avortement infectieux des femelles domestiques se transmette à la femme. — MM. P. Reynier et E. Brumpt signalent le premier cas observé en France d'un pied de madura ou mycétome sur un homme n'ayant jamais quitté Paris. L'examen du pied amputé a permis de reconnaître la présence d'un champignon, que les auteurs font rentrer dans le genre *Trichia* sous le nom d'*T. Reynieri*. — Suite de la discussion sur la typho-colite muco-membraneuse ou sableuse et l'appendicite.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 Juin 1906.

M. A. Guillaumond critique les observations de MM. Viala et Pacotlet, d'après lesquelles les *Saccharomyces* ne seraient que des formes de développement d'autres champignons. — M. H. Iscovesco a étudié le caillot de glacière qui se forme au fond du plasma fluoré de cheval, débarrassé de ses globules par centrifugation. C'est un caillot de fibrine, formé par un complexe de globulines positives et négatives. — MM. A. Jousset et P. Cartier ont étudié les variations de virulence du liquide de la pleurésie séro-fibrineuse au cours des ponctions successives. Il n'existe aucune corrélation entre le nombre de bacilles trouvés dans le liquide et la virulence de l'épanchement; mais l'importance du caillot est en rapport avec la bénignité de l'épanchement. — M. Ch. Richet a constaté qu'à la dose très faible de gr. 0,000,001 les sels de Va, Ag, Pl, Co et l'iodé accélèrent la fermentation lactique. — M. F. Curtis a reconnu que la base de la safranine constitue un colorant nucléaire extrêmement puissant. — MM. Al. Carrel et C. C. Guthrie ont pratiqué l'exclusion longitudinale d'une portion de certains vaisseaux pour arriver à un procédé de traitement de certaines formes d'anévrysmes de l'aorte. La paroi vasculaire paraît s'adapter aux modifications de la pression sanguine résultant du rétrécissement du vaisseau. — M. F. Devé a observé dans les kystes hydatiques deux variétés de scolex: les ortho-scolex, à grande résistance et grande vitalité; les méta-scolex, présentant une grande fragilité. — MM. J. Bruckner et C. Cristéau ont obtenu une exagération de la virulence du méningocoque, type Weichselbaum, par des passages répétés chez le lapin et par culture sur gélose-sérum. — M. G. Proca a extrait des eaux d'alimentation de deux localités qui constituent des foyers de goitre et de crétinisme endémiques un bacille fluorescent mucinogène, qui produit par inoculation des symptômes d'insuffisance thyroïdienne. — M. et Mme L. Lapieque ont étudié les variations de l'excitabilité du muscle dans la curarisation: elles sont absolument graduelles. — MM. A. Gilbert et A. Lippmann ont observé, chez les hépatiques, des oscillations brusques, répétées et souvent extrêmement

étendues du tracé urinaire des 24 heures, la quantité de liquide ingéré étant constante; ils désignent ce phénomène sous le nom d'*anisurie*. — M. F. Trémolières a étudié l'anatomie des lésions de l'entéro-colite muco-membraneuse humaine et expérimentale. Les lésions sont superficielles, parfois périlonéurales au niveau de l'intestin grêle, toujours importantes au niveau de l'appendice. Il y a hypergénèse des cellules muqueuses.

Séance du 16 Juin 1906.

MM. H. Rajat et G. Péju ont observé que le parasite du muguet-type, cultivé sur liquide de Raulin, donne rapidement de grosses masses floconneuses abondantes, avec formes levures globuleuses énormes et renflées. — MM. L. Léger et O. Duboscq ont observé l'évolution d'une *Aggregata* de la seiche qu'ils ont fait ingérer au *Portunus depurator* Leach. Les sporozoites sont mis en liberté et évoluent jusqu'au stade de jeune *Trégerina* massive, pour s'enkyster ensuite. — M. Ed. Retterer a trouvé dans le sang: 1° des hématies petites, de 3 à 4 μ , sphériques et essentiellement chromatiques; 2° des hématies hémisphériques, composées d'une masse centrale chromatique et d'une couche corticale claire; 3° des hématies semi-lunaires ou lentillaires, réduites à la masse centrale chromatique. — MM. A. Javal et Adler ont constaté que la teneur en eau et en chlorures des principaux organes n'est pas influencée, en général, par la présence ou l'absence d'œdème dans le tissu cellulaire sous-cutané. — M. B. Wiki montre que les sels de magnésium exercent une action curarisante sur les nerfs moteurs des animaux à sang chaud, tandis qu'ils sont sans action sur l'appareil nerveux sensitif. — MM. Al. Carrel et C. C. Guthrie ont observé que les lambeaux artériels ou veineux transplantés sur la paroi d'une artère se comportent à peu près comme les segments vasculaires dans les transplantations biterminales artérielle et veineuse. Le péritoine est capable, dans certaines circonstances, de remplir les fonctions d'une paroi artérielle. — M. G. Billard montre que l'excitation de la sécrétion gastrique produite par de petites doses d'alcool est uniquement due à l'abaissement de la tension superficielle du suc gastrique. — MM. G. Péju et H. Rajat ont obtenu, par l'action de l'iodure de potassium, des variations polymorphes des bacilles de la psittacose, de la dysenterie (Vailland et Dopter) et du *B. enteridis* (de Gaertner). — M. Conon montre que l'action favorable de la méthode de Focher (abcès de fixation) réside surtout dans la dérivation, vers un point choisi de l'organisme, et la fixation en ce point des toxines sécrétées par le microorganisme en cause. — MM. J. Ch. Roux et A. Riva ont vérifié que le tissu conjonctif cru n'est digéré que par le suc gastrique; sa présence dans les fèces après ingestion de viande crue, par exemple, indique qu'il échappe à la digestion gastrique, soit parce que la sécrétion est insuffisante, soit parce que la traversée de l'estomac est trop rapide. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild ont observé la disparition habituelle de la migraine, du rhumatisme, de l'asthme pendant la grossesse; ces faits sont dus à l'exaltation du fonctionnement thyroïdien. — M. H. Vallée a obtenu, par l'injection de bacilles tuberculeux dégraissés aux jeunes veaux, une résistance marquée aux effets de l'inoculation intra-veineuse de bacilles bovins virulents. — MM. Ch. Dhéré et G. L. Grimm ont constaté que, chez le chien, la proportion de calcium dans le sang s'abaisse régulièrement avec l'âge; chez le lapin, il n'y a pas de variation systématique en fonction de l'âge. — MM. Ch. Féré et G. Tixier ont remarqué que l'élimination de l'iodure de potassium est accélérée par la répétition des doses, par l'habitude. — MM. P. Achalmé et G. Rosenthal ont trouvé, dans l'estomac d'un macle atteint de gastrite avec troubles nerveux, un microbe anaérobie strict, le *Bacillus gracilis ethylicus*, qui possède la propriété de faire fermenter le lait en donnant de l'alcool éthylique. — MM. G. Marinesco et

J. Minea ont étudié trois cas de compression de la moelle épinière démontrant préemptoirement la possibilité d'une régénérescence très étendue des fibres nerveuses détruites par le processus pathologique. — MM. J. Bruckner, C. Cristéanu et A. Ciuca ont obtenu un sérum préventif et curatif dans la septicémie expérimentale par injections répétées au cheval de cultures de gonocoques. — M. P. Remlinger montre que l'élévation de la température du corps dans le traitement de la rage n'a pas plus que la sudation, d'action sur le virus rabique *in vivo*. — MM. C. Nicolle et Cathoire ont constaté que le bacille dysentérique tunisien est identique aux échantillons-types de la même espèce microbienne (Shiga, Chantemesse); comme eux, il s'éloigne du bacille Flexner II. Sa virulence est très grande. — M. M. Nicloux apporte une nouvelle simplification à sa méthode de dosage de l'alcool dans le sang et dans les tissus. — M. A. Yersin a observé en Indo-Chine, sur un coolie chinois, un cas de fièvre récurrente, avec spirochètes d'Obermeyer dans le sang. — MM. H. Bierry et Gajja ont constaté que le suc gastro-intestinal de l'escargot commun renferme de la lactase et un ferment soluble analogue à l'émulsine; il ne contient pas de myrosine. — MM. A. Frouin et P. Thomas ont observé que les divers sucs digestifs et le sérum empêchent, *in vitro*, l'action hydrolysante de l'émulsine d'amandes sur l'amygdaline et la salicine. — M. V. Henri montre que le pouvoir catalytique des métaux colloïdaux varie énormément d'un métal à l'autre; le pouvoir catalytique d'un colloïde augmente lorsque les granules diminuent de volume.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 6 Avril 1906.

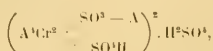
M. A. Guéhard : Sur l'irradiation photographique. De par le principe de la visibilité des objets matériels, toute particule de sel sensible en suspension dans l'émulsion photographique devient, sitôt frappée par l'onde lumineuse, un centre secondaire de vibration, diffusant en tous sens toute l'énergie incidente non absorbée au travail moléculaire dit de l'image latente. Une portion de cette irradiation, pénétrant dans le support vitreux, donne par réflexion totale les phénomènes dits de halo. Une autre portion, la presque totalité même, s'il n'y a pas de support vitreux, s'étend latéralement dans la couche sensible, en y produisant une série décroissante d'impressions, à partir d'une certaine sous-valeur de l'impression principale, jusqu'à zéro. D'où il résulte qu'en dehors même des aberrations optiques étudiées par MM. André et Angot, toute image d'objet clair sur fond noir doit se trouver bordée d'un dégradé qui, du dehors au dedans, doit donner l'image même de la fonction photographique, c'est-à-dire des valeurs de noircissement en fonction d'impressions croissantes, depuis zéro jusqu'à une valeur qui peut être expérimentalement rendue très grande. C'est ainsi qu'en exposant des pellicules ou papiers sensibilisés sous une cache opaque percée d'un simple trou, l'on trouve l'image de celui-ci entourée de cercles concentriques alternativement clairs et foncés. Si, au lieu d'un trou, c'est une fente étroite que l'on expose sous une cache graduée, on voit l'image, par transformations successives, reproduire exactement en s'étalant toutes les variations d'aspect qui, dans la photographie des raies spectrales et des émissionnelles, ont donné lieu depuis longtemps aux interprétations les plus diverses. Il n'est pas jusqu'aux éclaircissements dissymétriques de raies claires qui ne paraissent attribuables à la visible répulsion qu'exerce l'une sur l'autre, à leurs confins, les plages d'irradiation. Quant aux raies noires sur fond clair, il est évident qu'elles doivent, avec la plus grande facilité, par irradiation, s'inverser et se dédoubler soit en clair, soit en noir. Cela est rendu surtout frappant au moyen de fils métalliques tendus parallèlement aux échelons

d'une cache combinée de manière à imiter la répartition de l'actinisme dans le spectre. Si l'on impressionne sous cette cache une surface préalablement impressionnée elle-même, par échelons, dans le sens perpendiculaire, on obtient une superposition de bandes pseudo-spectrales, reproduisant, par la seule action graduée de la lumière blanche, toutes les singularités spectrales, et particulièrement les prétendues destructions attribuées par divers observateurs aux causes les plus diverses. — M. Chassagny : Sur deux appareils destinés à l'étude graphique de la composition des mouvements vibratoires de même direction ou de directions rectangulaires. Dans ces deux appareils, les oscillations à composer sont produites de la même façon : ce sont les oscillations des têtes de deux longues bielles commandées par des manivelles dont les axes de rotation sont parallèles. Ces têtes de bielles sont assujetties à se déplacer dans des directions déterminées, parallèles ou normales; les manivelles sont, en réalité, fixées sur des roues et leurs extrémités peuvent être plus ou moins rapprochées des axes de rotation, ce qui permet de faire varier l'amplitude des oscillations. L'une des roues entraîne l'autre par une courroie sans fin, de telle sorte que, si l'une d'elles est animée d'une rotation uniforme, il en est de même de l'autre, et les périodes des mouvements sont entre elles dans le rapport des rayons. Enfin, en décalant les manivelles l'une par rapport à l'autre, on peut établir entre les mouvements à composer telle différence de phase que l'on veut. Dans l'appareil qui sert à composer deux oscillations de même direction, les roues sont voisines et la courroie sans fin peut alors être avantageusement remplacée par une denture. Aux manivelles sont attachées les extrémités d'une longue corde de boyau qui vient passer sur une poulie montée sur un levier; celui-ci est mobile autour d'un axe parallèle à celui des roues et il est constamment ramené par un ressort qui assure la tension de la corde. On démontre aisément que le mouvement du levier est la résultante des mouvements simples que lui imprimerait isolément chaque manivelle. L'extrémité du levier porte une aiguille qui s'appuie sur un tambour enregistreur. Dans l'appareil qui sert à la composition des mouvements rectangulaires, les roues sont éloignées l'une de l'autre; les bielles, placées à angle droit pour leur position moyenne, sont articulées à leurs extrémités libres. Ces bielles sont tantôt des tiges rigides, comme dans le modèle construit par M. Ducretet, tantôt des fils métalliques maintenus tendus par une traction sur l'articulation, comme dans les modèles destinés aux expériences de projection. Au point d'articulation est fixée une pointe qui s'appuie sur un plan; en tournant à la main l'une des roues, l'autre est entraînée par la courroie sans fin, et l'on voit alors la pointe décrire les courbes bien connues de Lissajous. — M. Armagnat présente une boîte pour la mesure de la résistance des électrolytes, basée sur les propriétés des détecteurs électrolytiques. Lorsqu'un fil de platine très fin est plongé dans un liquide conducteur, l'acide sulfurique, par exemple, le courant passe facilement du fil à l'électrolyte et difficilement dans le sens inverse tant que la différence de potentiel ne dépasse pas une valeur critique comprise entre 1 et 2 volts. Le détecteur est composé essentiellement de deux électrodes en platine plongeant dans un vase rempli d'eau acidulée. En réunissant un détecteur et une pile ou un accumulateur avec un galvanomètre, on constate que celui-ci ne dévie pas; mais, si l'on envoie dans le même circuit un courant alternatif ou un courant périodique quelconque, le galvanomètre dévie dans le sens du courant fourni par la pile. La déviation obtenue n'est pas proportionnelle au courant alternatif; elle tend vers une limite qui correspond au courant maximum que peut fournir la pile dans le circuit considéré. Ce dispositif permet de déceler de très petits courants alternatifs au moyen d'un galvanomètre à courant continu.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 8 Juin 1906.

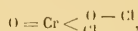
M. A. Colson a préparé des sels chromiques acides, dans lesquels l'eau de cristallisation est remplacée par des molécules d'acides. Il traite par le gaz sulfureux une dissolution froide de CrO_3 dans l'anhydride acétique, ou mieux dans un mélange d'anhydride et d'acide. Le solide vert qui se dépose est un dérivé du sesquioxyde de chrome, et la formule suivante s'accorde avec les analyses :



A représentant le radical $\text{C}^2\text{H}_3\text{O}^2$ de l'acide acétique. La thermochimie indique la présence d'acide sulfurique libre (dissocié par l'eau) dans les dissolutions récentes de ce composé. Si l'on remplace l'anhydride chromique CrO_3 par le chlorure de chromyle, on obtient encore un dépôt vert, insoluble dans l'acide acétique et soluble dans l'alcool. Ce corps dérive aussi du sesquioxyde Cr_2O_3 . L'analyse et l'étude de ses propriétés conduisent à le représenter par la formule : $\text{A}^{\text{Cr}}(\text{SO}_3\text{A})^2\text{Cl}^2 \cdot 4\text{AH}$. Ce résultat paraît indiquer une sorte de dissymétrie dans la constitution du chlorure de chromyle, car la moitié du chlore initial a disparu. Or, dans la formule Cr^{X}_2 généralement admise pour exprimer les sels chromiques, l'atome de chrome est au moins tétravalent. Si l'on transporte cette tétravalence dans les composés acides, l'anhydride chromique s'écrit :



et le chlorure de chromyle devient :



et l'on s'explique que dans cette réaction, faite à froid, les deux atomes de chlore acissent cependant d'une manière différente. — M. A. Vila, en collaboration avec M. M. Piettre, présente une communication sur l'hématine cristallisée. L'analyse chimique de cette préparation montre que la substance étudiée contient une quantité considérable de matière grasse, qui a pu être isolée, dont la composition se rapproche de celle des acides en C^6 . L'acétylthémine de Nencki se scinde de la même façon et contient en outre, suivant la préparation, des quantités variables de Cl, ainsi que des traces de S. A propos d'un de leurs Mémoires précédemment publiés et au sujet de la récente communication de MM. Ville et Berrien, sur la recherche du fluor dans les produits alimentaires, MM. Piettre et Vila font remarquer que les composés fluorés ne créent point la bande d'absorption $\lambda = 612$ dans le spectre des solutions de sang ou d'oxyhémoglobine, mais que ces composés ont la propriété de transporter une bande existant déjà à $\lambda 634$ et de la fixer à $\lambda = 612$. Ils rappellent que ce transport s'effectue pour une dose de 1 200 000 de NaF en solution; mais ils ajoutent qu'il est prématuré d'appliquer cette méthode à la recherche légale des antiseptiques fluorés, étant donné que la présence de phosphate peut masquer complètement cette réaction dans certains cas. — M. M. Delépine expose ses recherches sur le sel vert d'iridium $\text{Ir}^3\text{SO}_4^3 + 3\text{SO}^2\text{K}^2$ décrit par M. Lecoq de Boisbaudran. Il le considère comme le sel de potassium de l'acide trivalent iridotrisulfurique $\text{Ir}^3\text{SO}_3\text{H}^3$. Il en décrit la préparation à partir des chloroiodates et chloroiodides de potassium et d'ammonium. Ce sel se conduit comme un sel complexe à radical acide trivalent. Son potassium est échangeable en tout ou en partie avec d'autres métaux. Ses solutions sont très stables en milieu acide, mais deviennent violettes en milieu alcalin et libèrent alors de l'acide sulfurique, en même temps qu'elles dépo-

sent un oxyde violet dont la nature et la formation ne pourront être établies que par de nouvelles expériences. La plupart des réactions de l'iridium sont dissimulées : pas de précipitation du métal avec l'acide formique, le zinc, etc. L'hydrogène sulfuré transforme la solution bleue en une solution jaunâtre opalescente, que les oxydants font virer en un violet-bleu très intense; cette réaction appelle de nouvelles recherches, car la décoloration par H_2S n'est guère explicable avec la formule $\text{Ir}^3(\text{SO}^2\text{K})_3$. M. Delépine indique aussi que le meilleur moyen de transformer les chloroiodates en chloroiodides consiste à les traiter par l'oxalate correspondant. Avec le sel d'ammonium, la solution concentrée à chaud donne, soit $\text{IrCl}^3(\text{AzH}^2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, soit $\text{IrCl}^3 \cdot \text{AzH}^2 \cdot 2$; ces sels cristallisent exempts de platine, celui-ci étant alors transformé en $\text{PtCl}^3 \cdot \text{AzH}^2$ non isomorphe. — M. L. Quennessen expose ses recherches sur l'attaque du platine par l'acide sulfurique pur, à divers états de concentration. Ses expériences ont été effectuées en tubes scellés vers 400° : 1° dans une atmosphère d'oxygène; 2° dans le vide. Avec l'acide à 94 % de SO_3H^2 , le platine pur ou platine du commerce est attaqué d'une façon très notable dans l'oxygène, tandis que le platine pur l'est beaucoup moins. Dans le vide, au contraire, l'action est presque nulle; l'oxygène intervient donc ici dans la réaction. Avec un acide contenant de l'anhydride, ou même d'un titre supérieur à 96,75 % de monohydrate (comme il se produit dans ce dernier cas, ainsi que l'a démontré Dittmar, une dissociation de SO_3H^2 en $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$), c'est alors l'anhydride en présence qui fournit l'oxygène nécessaire à l'oxydation, ce que prouve d'ailleurs la formation d'acide sulfureux.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Janvier 1906 (suite).

M. J. E. S. Moore et M^{lle} A. L. Embleton ont observé le phénomène de synapsis chez les Amphibiens. Chez le Triton, on constate, avec un pouvoir optique et une préservation suffisants, que les chromosomes sont visibles dans les cellules restantes; pendant l'incision de la phase synaptique, ces chromosomes s'unissent par paires pour former des corps doubles qui sont les avant-coureurs des gémis adultes (chromosomes hétérotypes, allotypes, bivalets, etc.); par croissance et élongation, les gémis constituent les boucles polarisées de la première prophase matiotique; ces boucles se scindent longitudinalement, puis chaque agrégat fendu longitudinalement s'enroule en l'une ou l'autre des formes prises par les gémis adultes. A ces derniers stades, chez le Triton, la scission longitudinale des chromosomes est toujours terminée, et dans le diaster les chromosomes séparés la présentent de nouveau. — MM. J. E. S. Moore et G. Arnold signalent l'existence de formes permanentes parmi les chromosomes de la première division matiotique chez certains animaux. Dans chaque forme particulière, le nombre des gémis de chaque type a une relation numérique constante avec les autres.

Séance du 29 Mars 1906.

Sir W. D. Niven montre comment on peut calculer des harmoniques ellipsoïdales des quatrième, cinquième, sixième et septième degrés. — Lord Rayleigh étudie le problème de la stabilité dilatationnelle de la Terre en partant de la condition que la Terre est actuellement soumise à des tensions par sa propre gravitation. — Sir N. Lockyer poursuit ses recherches sur les observations d'étoiles faites dans quelques cercles mégalithiques anglais. La pratique égyptienne consistant à déterminer le temps la nuit par la révolution d'une étoile autour du pôle a été suivie dans les cercles mégalithiques anglais, où elle paraît avoir été introduite vers 2 300 ans avant Jésus-Christ. Sous cette latitude et à cette époque, Arcturus et Capella étaient circumpolaires. L'auteur donne la liste des monuments

dans lesquels l'une ou l'autre de ces deux étoiles était utilisée à la détermination du temps. Les premiers immigrants astronomiques en Grande-Bretagne introduisirent l'année de mai, qui est divisée en quatre parties par le passage du Soleil par 16°20 de déclinaison nord et sud (6 mai, 8 août, 8 novembre et 4 février). Dans plusieurs monuments britanniques, on érigea des alignements pour marquer la place du lever ou du coucher du Soleil aux quatre dates ci-dessus de l'année de mai; sir N. Lockyer en donne également la liste, ainsi que celle des alignements qui paraissent se rattacher à l'année solsticielle.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 Juin 1906.

M. H. Davies cherche à obtenir la solution de certains problèmes de diffraction à l'aide d'une intégration de contour. La méthode adoptée consiste à obtenir une solution pour un espace non limité sous forme d'intégrale de contour; puis on tient compte des conditions spéciales à la limite par l'addition de termes à l'expression précédente. Quand l'expression complète a été obtenue, on l'évalue sous forme d'une série à l'aide du théorème des résidus de Cauchy. — M. J. Goudd répète ses expériences sur une plaque d'acier vibrante. Les phénomènes présentés par cette plaque sont de deux sortes: 1° battements, qu'on peut voir et entendre simultanément; 2° figures de dispersion. Ces dernières sont dues principalement à l'action de deux systèmes de vibrations de même hauteur travaillant à angle droit. — M. R. de Villamil présente ses recherches sur la résistance des fluides. Les ingénieurs admettent qu'un liquide peut être poussé dans une direction rectilinéaire quelconque; pour l'auteur, c'est une erreur. Un liquide, comme un courant électrique, peut se mouvoir d'une manière seulement, c'est-à-dire d'une région de haute pression (ou potentiel) vers une région de pression plus basse. On admet encore, d'autre part, que, dans un fluide parfait, il n'y a aucune résistance de nature quelconque à un corps mobile qui s'y déplace avec une vitesse quelconque; or, c'est seulement dans un océan infini de fluide parfait qu'il n'y aurait pas de résistance. Ces deux omissions expliquent qu'il n'y a généralement pas accord entre les travaux d'hydrodynamique et ceux d'hydraulique pratique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Juin 1906.

M. A. E. H. Tutton a constaté qu'à l'inverse des sulfates et sélénates alcalins normaux rhombiques, le séléniate d'ammonium normal cristallise en prismes ou tables monocliniques. On peut obtenir des cristaux rhombiques mixtes de sulfate et de séléniate d'ammonium, ce qui tendrait à montrer que le séléniate d'ammonium est dimorphe et toute la série des sulfates et sélénates isolimorphe. Les cristaux monocliniques de séléniate d'ammonium présentent une zone prismatique primaire pseudo-hexagonale. — M. A. Marshall montre que les courbes indiquant les variations des pressions partielles de vapeur des mélanges binaires avec la composition moléculaire peuvent être classées en 4 types, dont 3 sont relatifs aux substances miscibles en toutes proportions et se distinguent l'un de l'autre suivant que p/x (pression partielle divisée par la proportion moléculaire) est moindre que, égal ou supérieur à la pression de vapeur de la substance pure. Les courbes de la pression totale correspondantes sont obtenues en additionnant les deux courbes de pression partielle qui sont du même type. — MM. H. Jackson et D. N. Laurie, en soumettant l'acétylène aux décharges électriques de haute fréquence, ont obtenu une substance grise, demi-solide, qui devient dure et insoluble à l'air. Elle paraît être un polymère de l'acétylène et elle absorbe jusqu'à 8% d'oxygène. Chauffée en l'absence l'air, elle distille une huile et il se dégage un peu de

gaz, consistant surtout en C_2H_4 et H_2 . — Les mêmes auteurs ont étudié l'effet des décharges de haute fréquence sur les vapeurs d'alcool méthylique et d'acétaldéhyde. Le premier forme CO et H_2 , le second CO et C_2H_4 avec un peu de C_2H_2 et H_2O ; ces changements sont réversibles. — MM. R. Meldola et H. G. Dale, en diazotant la 4-bromo-2-nitro-1- α -naphtylamine, puis diluant et faisant bouillir la solution du sulfate de diazonium dans l'eau, ont obtenu, par élimination du groupe nitré, un diazo-oxyde, $\text{Br.C}_6\text{H}_3\text{N}_2\text{O}$; celui-ci, bouilli avec une solution de chlorure cuivreux, est converti en 1-chloro-4-bromo-2- β -naphtol. — MM. R. Meldola et F. G. C. Stephens, en nitrant le diacétyl-*m*-aminophénol, ont obtenu un mélange de deux isomères mononitrés, donnant par hydrolyse le 4-nitro-3-aminophénol, $\text{F. 183}^\circ\text{--}186^\circ$, et le 6-nitro-3-aminophénol, F. 138° . Les nitroacétaminophénols, par nitration successive, fournissent tous deux le 4:6-dinitro-3-acétaminophénol, F. 168° , et celui-ci, par hydrolyse, le 4:6-dinitro-3-aminophénol, F. 231° . Son éther méthylique constitue la 4:6-dinitro-*m*-anisidine, F. 208° . — MM. S. Smiles et R. Le Rossignol ont constaté que l'anhidride sulfuré réagit sur les éthers phénoliques en présence d' AlCl_3 pour donner des acides sulfiniques. — M^{lle} I. Smedley, en faisant réagir K ou Na sur l'az-dichloropropylène à 80° pendant plusieurs jours, a obtenu un liquide bouillant à 60° , qui est le diallyle, et une faible fraction, bouillant à $80^\circ\text{--}83^\circ$, qui est probablement l'hexatriène. — M. J. C. Irvine a résolu l'acide lactique de fermentation en ses composants optiques par cristallisation de ses sels de morphine; le *D*-lactate, peu soluble, se dépose le premier. — MM. W. H. Perkin jun. et R. Robinson ont préparé un certain nombre de dérivés de l' α -hydrindone: la salical- α -hydrindone, F. 206° , par condensation de l'aldéhyde salicylique avec l' α -hydrindone; la méthylène-dihydroxy- α -hydrindone, F. 160° , par action de PCl_5 , puis AlCl_3 sur l'acide méthylène-dihydroacétique; la 4:5-diméthoxy- α -hydrindone, F. 114° , par action de PCl_5 , puis AlCl_3 sur l'acide diméthylidihydroacétique; la *p*-méthoxysalicylaldiméthoxy- α -hydrindone, F. 230° , par condensation de l'aldéhyde *p*-méthoxysalicylique avec la diméthoxy- α -hydrindone. Ce dernier dérivé a des relations étroites avec la triméthylbrésiline. — M. J. A. N. Friend montre que le peroxyde d'hydrogène et le persulfate de potassium réagissent en solution suivant l'équation $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8 = 2\text{KH.SO}_4 + \text{O}_2$; la réaction est monomoléculaire. — MM. W. A. Tilden et F. G. Shepherd, en traitant par ClP^MgI les α -et β -nitrosoclohexanes de dextrolimonène, ont obtenu deux isomères $\text{C}^{10}\text{H}^{15}\text{OAz}^\text{MgCl}$, qui sont transformés par PCl_5 en $\text{C}^{10}\text{H}^{15}\text{Az}^\text{MgCl}$; celui-ci perd deux HCl en donnant le composé actif et saturé $\text{C}^{10}\text{H}^{15}\text{Az}^\text{MgCl}_2$. — M. D. C. Crichton, en électrolysant une solution concentrée d'éthylidipropylmalonate de potassium, a obtenu les éthers éthyléniques des acides α -propyl- β -éthylacrylique, dipropylglycolique, tétrapropylsuccinique et probablement dipropylacétique. — MM. R. B. Denison et B. D. Steele ont décrit antérieurement une méthode pour la détermination directe des nombres de transport et des vitesses ioniques qui nécessite l'emploi d'une solution auxiliaire ou indicatrice. L'indicateur ne doit pas être hydrolysé pour obtenir des résultats exacts, car l'hydrolyse provoque la formation d'ions nouveaux qui affectent la vitesse apparente de l'ion soumis aux mesures. Les auteurs montrent que cette méthode peut être employée pour déterminer le degré d'hydrolyse de l'indicateur en solution, et ils appliquent les formules obtenues aux chlorhydrates d'aniline, *o*-et *p*-toluidines, dont les constantes d'hydrolyse à 18° sont respectivement $61,9 \times 10^3$, 46×10^3 et 256×10^3 . — M. J. Drugman a constaté que l'ozone, à la température ordinaire, agit lentement sur les hydrocarbures saturés comme le méthane et l'éthane; la réaction est une hydroxylation graduelle. Avec un hydrocarbure non saturé comme l'éthylène, la réaction est instantanée, même au-dessous de 0° ; il se forme un composé d'addition très explosif, probablement un ozonure, qui se décom-

pose en donnant des produits d'oxydation à un seul atome de C. — M. A. Lapworth, par union de la carbone avec HCAz, a obtenu la cyanodihydrocarbone, donnant par hydrolyse deux acides carboxyliques stéréoisomères. — M. J. Moir, en dissolvant l'or dans une solution acide de thiocarbamide, a préparé deux nouveaux sels d'or complexes $C^H^2Az^2S^2Au^2(SO^2)$ et $C^H^2Az^2S^2Au^2Cl$. Le dernier, par ébullition avec HCl, est converti dans le composé connu $C^H^2Az^2S^2AuCl$; par chauffage avec la soude, il donne le corps $C^H^2Az^2S^2Au^2$. — M. J. Mc C. Sanders décrit un appareil de Beckmann modifié pour la détermination des poids moléculaires.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM
Séance du 15 Février 1906.

M. O. F. Hudson a étudié la microstructure des alliages cuivre-zinc contenant de 40 à 100 %, de Cu. Ils se divisent en six groupes, dans lesquels on n'observe que trois phases α , β , et γ , qui se solidifient en cristaux dont l'auteur donne les caractéristiques.

SECTION CANADIENNE
Séance du 10 Mai 1906.

MM. J. W. Bain et J. W. Batten décrivent un calorimètre enregistreur pour les gaz. L'emploi de cet appareil montre qu'il y a une relation directe entre la température de la flamme et la valeur calorifique.

SECTION DE NEWCASTLE
Séance du 15 Février 1906.

M. S. H. Collins a étudié la méthode de Scheibler pour la détermination de l'acide carbonique dans les carbonates. Il en examine toutes les causes d'erreur : température, solubilité de CO^2 dans l'eau et dans l'acide employé pour décomposer le carbonate, influence des sels divers, gaz occlus, et il propose une modification de l'appareil de Scheibler qui évite toutes les perturbations.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 22 Mars 1906.

M. Schwarz présente une Note intitulée : Un arc de cercle comme solution d'un problème du calcul des variations, traité pour la première fois par Delannay.

Séance du 5 Avril 1906.

M. E. M. Fischer adresse une Note sur la stéréochimie des 2 : 5-diéclopipérazines. D'accord avec la théorie, il observe sur l'anhydride de l'acide aminobutyrique deux stéréoisomères inactifs correspondant aux deux dipeptides racémiques. — M. J. H. van't Hoff présente une nouvelle communication relative à ses recherches sur la formation des dépôts de sels océaniques. En collaboration avec M. D'Ans, il termine ses investigations sur la formation du chlorure de calcium et de la tachydrite, donnant en même temps la solution du problème relatif aux gisements naturels du calcium, de façon qu'il ne reste plus que la partie relative aux borates. — M. Klein a fait des recherches sur les gneiss et sur les ardoises métamorphiques des Alpes tessinoises, discutant d'abord, sur la base d'analyses chimiques, les relations qui existent entre les granits du Tessin et du Saint-Gothard et communiquant ensuite les résultats d'explorations faites à la frontière Sud du massif granitique tessinois. — M. Klein présente ensuite les résultats de recherches sur le massif de gabbro des montagnes limitrophes bavaro-boloniennes. — M. Vogel adresse une Note du Dr G. Eberhard, à Potsdam, relative à un examen spectroscopique des produits du terbium de M. G. Urbain.

Bien que cet élément ait été découvert dès 1843 par M. Mosander, il fut, jusque dans ces dernières années, impossible de l'obtenir à l'état de produit suffisamment pur pour étudier ses propriétés chimiques et son spectre ; le terbium appartient, en effet, aux éléments les plus rares et ne se rencontre jamais qu'en quantités excessivement réduites. Aussi bien des chimistes, dont Bunsen, ont-ils douté de l'existence même du terbium. Cet élément a été isolé pour la première fois par G. Urbain, à Paris, lequel, à la suite de fractionnements continués pendant plusieurs années suivant des méthodes imaginées par lui-même, finit par produire 7 grammes de cette précieuse substance à l'état de grande pureté, tout en démontrant par voie chimique que ces produits représentent bien un élément unitaire, identique au terbium de Mosander et ayant un poids atomique de 159,2. Il ne restait plus, pour le définir parfaitement, qu'un examen approfondi de son spectre, nécessaire pour caractériser sans équivoque un élément donné, et qui, à côté des propriétés chimiques, est d'une importance spéciale pour les terres rares dont les caractères chimiques se rapprochent tant les uns des autres. Sur le conseil de M. Urbain, l'auteur a entrepris cette recherche spectroscopique, qui donne la preuve irréfutable de ce qu'il s'agit bien d'un élément réel. En même temps, M. Eberhard a réussi à établir des tableaux donnant les raies du spectre d'arc du terbium. Voici, du reste, quelques-uns des résultats généraux que lui donne l'étude des raies spectrales de cet élément : 1° Il n'y a point d'indres d'une décomposition du gadolinium ; 2° Il ne semble point qu'il existe d'autre élément intermédiaire entre le gadolinium et le terbium ; 3° Les produits de M. Urbain sont assez purs pour permettre une détermination assez approchée du poids atomique ; 4° Certaines raies spectrales peuvent servir à démontrer l'existence du terbium dans les minéraux et les matières brutes ; 5° Les lignes du terbium ne sont point présentes dans le spectre solaire, ou, pour le moins, n'y existent pas avec une intensité appréciable.

Séance du 26 Avril 1906.

M. M. Planck, professeur à Berlin, présente les résultats de ses recherches sur la théorie des rayonnements thermiques, recherches parmi lesquelles il faut noter, en premier lieu, la déduction de la loi régissant la distribution d'énergie dans le spectre normal et la détermination de la température de rayonnement en mesure absolue, détermination dont il résulte, entre autres, une méthode pour calculer exactement la masse des atomes chimiques.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 9 Mars 1906.

M. H. von Wartenberg a fait des recherches sur la détermination des températures élevées au moyen des équilibres chimiques et des deux théorèmes de la Thermodynamique, choisissant comme exemple la vapeur d'eau. Les températures déduites des lois du rayonnement coïncident très bien avec celles que donnent les équilibres chimiques. — M. J. Stark présente une étude sur l'émission lumineuse polarisée des ions atomiques en mouvement, normalement à la vitesse de translation. Il étudie subseqüemment la polarisation de l'émission totale, le déplacement des lignes spectrales dû à la translation, ainsi que celui qu'on produit par une modification de la pression, et, enfin, l'élargissement des raies spectrales dû à une augmentation de la densité des ions. Le même auteur a encore fait des recherches sur la charge électrique des porteurs de séries de doublets et de triplets. En généralisant les résultats que lui donne l'expérience, il formule les propositions suivantes : Les porteurs des spectres de lignes des éléments chimiques seraient des ions atomiques positifs. Toutes les lignes d'une même série

et même de plusieurs séries auraient le même porteur. Le porteur de la série principale et des séries secondaires des doublets serait un ion atomique monovalent positif, celui des séries secondaires des triplets un ion atomique divalent positif. Les ions d'une valence supérieure émettraient également des spectres de lignes, mais d'une structure encore inconnue. Le spectre d'un élément donné pourrait constituer un mélange de plusieurs spectres, correspondant aux ions monovalents, bivalents et polyvalents, respectivement. Ces résultats présentent un accord remarquable avec les investigations de Runge et Paschen sur l'effet Zeeman des séries de lignes. — **M. H. Geiger** présente une expérience de démonstration pour illustrer les distributions de température dans les couches de lumière positive des tubes à décharge. Les mesures faites par l'auteur démontrent que, dans les tubes larges et pour les courants intenses, la température des portions lumineuses de la décharge peut être de beaucoup supérieure à celle des portions obscures; or, ces faits sont illustrés parfaitement au moyen du tube décrit par **M. H. Geiger**.

Séance du 23 Mars 1906.

M. A. Koepf présente un Mémoire sur les résistances et self-inductions élevées à variation continue. On sait que les résistances actuellement en usage ne satisfont qu'incomplètement le besoin qu'on éprouve dans les laboratoires de résistances élevées à régler facile, leurs variations ne se produisant que par sauts, et leur prix étant considérable. L'auteur préconise l'emploi d'une corde de boyau entourée d'un fil métallique, sur lequel glisse un contact à ressort, exerçant, en vertu de l'élasticité de la substance, une pression extrêmement uniforme et d'ailleurs très forte, de façon à rendre les résistances de passage parfaitement négligeables à partir de 20 ohms. Ces résistances sont d'une grandeur considérable, même pour des longueurs relativement petites, tout en étant susceptibles d'une variation pratiquement continue. L'auteur emploie aussi des dispositifs circulaires. D'autre part, ces bobines à enroulements serrés constituent des self-inductions fort élevées. — **MM. E. Ladenburg et E. Lehmann** ont étudié le spectre d'absorption de l'ozone. Le spectre infra-rouge étudié par eux concorde très bien avec les observations d'Ångström, tout en présentant certains phénomènes nouveaux dont l'étude est loin d'être terminée. — **M. M. Planck** étudie le principe de « relativité » et les équations fondamentales de la Mécanique. L'auteur signale la forme que doivent prendre les équations du mouvement de Newton dans le cas où le principe précité serait d'une validité générale. — **M. O. Lehmann** adresse un Mémoire sur la force morphogénétique des cristaux « coulants ». La découverte, par l'auteur, de ces formes cristallines à vie apparente a fait renaître la question de savoir s'il s'agit de cristaux liquides ou solides, et si c'est à l'élasticité que sont dus leurs phénomènes de formation et de mouvement si remarquables. L'auteur démontre l'existence d'une force « morphogénétique », due au concours de la cohésion et de la force expansive, mais qui est essentiellement différente d'une force élastique proprement dite. — **MM. W. Nersis et H. von Wartenberg** présentent quelques remarques au sujet de l'emploi du pyromètre Wanner. — **M. F. Kohlrausch** présente un Mémoire sur ce qu'il définit comme « capacité de résistance » d'un espace compris entre des électrodes, à savoir la résistance que posséderait cet espace en étant rempli d'un milieu d'une résistibilité égale à l'unité. Les rapports qui existent entre les lignes de flux et les lignes de force électrostatique impliquent une relation très intime entre cette grandeur et la capacité électrostatique des électrodes. Or, comme les capacités de résistance se prêtent souvent assez facilement à une détermination exacte, tandis que les capacités électrostatiques, surtout de petite grandeur, ne se mesurent en général que difficilement, on remplacera avantageusement leur détermination par celle des premières. Pour permettre

l'emploi de cette méthode, l'auteur établit la formule assez simple reliant les deux grandeurs. — **M. E. von Drygalski** adresse une Note sur la glace des contrées polaires, glace qui est de deux espèces, suivant qu'elle est d'origine terrestre ou marine. La première se manifeste à l'état de glace continentale, recouvrant les vastes étendues de ces régions et s'écoulant sur elles vers la mer, d'un mouvement lent, s'arrêtant dans les parties plus profondes de cette dernière et formant ainsi les ice-bergs flottants. Les choses se passent d'une façon à peu près analogue dans les régions arctiques et dans les régions antarctiques; dans ces dernières, on vient pourtant de constater certaines différences, au point de vue surtout de la façon dont la glace continentale va aboutir dans la mer: les vallées étroites du Groenland ne se retrouvent pas dans l'Antarctide; c'est pourquoi les vitesses d'écoulement y sont bien moindres. Or, ces différences de vitesse répandent un jour tout nouveau sur le mécanisme du mouvement des glaciers, prouvant que ce sont les couches inférieures qui coulent au-dessous des supérieures en les entraînant d'une façon plus ou moins passive. Après avoir discuté les différentes transformations que subissent les ice-bergs, l'auteur passe aux phénomènes présentés par la glace marine. Les sels contenus dans l'eau de mer sont séparés dans sa congélation en même temps que ses autres impuretés; après avoir été renfermés mécaniquement au sein de la glace, ils en sont progressivement lessivés, et finissent par en disparaître tout à fait. Le sel en étant donc absent, il faut s'en rapporter à sa structure plate pour distinguer la glace marine. La croissance de cette dernière peut se faire de deux façons, à savoir: par un processus de congélation continue ou par l'aggrégation de la neige; l'auteur définit les limites de ces deux processus.

Séance du 4 Mai 1906.

M. M. Lane adresse un Mémoire sur la décomposition spectrale de la lumière due à la dispersion. Mémoire où il rend compte d'une série de travaux récents se rapportant à la théorie de cette décomposition. Loin de vouloir mettre en doute la théorie courante, qui se base sur la possibilité de décomposer toutes les ondes en oscillations sinusoïdales au moyen de l'intégrale de Fourier, ces travaux ont l'intention de placer à côté de cette méthode analytique une méthode plus illustrative, bien que moins rigoureuse, en considérant l'onde lumineuse comme une succession d'impulsions très brèves et en commençant par l'étude d'une impulsion individuelle. L'auteur fait voir les difficultés qui s'opposent à une généralisation de cette théorie, dont il voit l'importance dans la façon dont elle illustre la réalisation, par la Nature, de l'analyse harmonique que nous effectuons, par la Logique, en représentant la vibration par une intégrale de Fourier. Les deux faits sur lesquels se basent ces processus sont la modification de forme périodique qu'un groupe d'ondes subit dans le milieu dispersif, et d'autre part la forme sinusoïdale que possède l'onde plane stationnaire succédant à une impulsion. La périodicité qui se manifeste dans ces faits est la seule cause de celle que nous observons dans la lumière homogène produite par la décomposition spectrale, loin d'être un indice d'une condition spéciale de la lumière non décomposée. — **M. J. E. Lilienfeld** vient d'imaginer une méthode pour déterminer la température et la conductibilité calorifique de l'effluve positif. Suivant les vues courantes, qui réduisent à un processus de dissociation la conductivité électrique d'un gaz ionisé, il fallait s'attendre à ce que la conduction de la chaleur au sein d'un gaz pareil serait plus forte que dans le même gaz à température et à gradient thermique égaux, mais sans décharge. Les méthodes signalées par l'auteur pour élucider ces phénomènes d'une façon complète sont basées sur l'observation de la température stationnaire qui s'établit dans une bande de feuilles de platine lorsqu'on lui fournit une quantité d'énergie donnée, au moyen d'une

batterie d'accumulateurs isolés. On mesure la tension aux entrées du courant dans le platine, ainsi que l'intensité du courant chauffant; la température est déterminée soit par une pile thermique, soit par des mesures de résistances directes. La feuille de platine, introduite dans l'effluve positif, atteint une température bien inférieure à celui-ci. La température de l'effluve correspond, en effet, à l'état dans lequel la feuille de platine, pour un apport d'énergie stationnaire égal, prendrait la même température que dans le vide absolu, toutes choses étant d'ailleurs égales. La conduction de la chaleur dans l'effluve positif est toujours plus forte que celle qui s'établirait dans le même gaz à température égale des parois extérieures et de la feuille de platine, la pression aussi étant identique. Les petites additions de gaz étrangers, surtout d'hydrogène, à une atmosphère d'oxygène ou d'azote, exercent une grande influence sur les phénomènes précités; immédiatement après le passage de la décharge, la conduction de la chaleur est meilleure qu'à l'état ordinaire.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Mai 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. Plemelj : Sur une nouvelle preuve d'existence du système de fonctions de Riemann avec un groupe de monodromie donné. — M. H. Benndorf poursuit ses recherches sur le mode de propagation des ondes de tremblements de terre à l'intérieur de la Terre. Si l'on désigne par c_0 la vitesse de propagation des ondes élastiques à la surface, par T le temps qu'elles emploient pour parvenir du centre d'ébranlement au lieu d'observation, par Δ la distance épacentrale du lieu d'observation, et par c_0 l'angle d'émergence sous lequel le rayon considéré rencontre la surface terrestre, on a $c_0 \frac{dT}{\Delta} = \cos c_0$.

Autrement dit, le rapport de la vitesse de propagation vraie à la vitesse apparente est égal au cosinus de l'angle d'émergence.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M^{me} S. Hillebrand a examiné deux genres de serpentine, l'une compacte, l'autre schisteuse, et le chrysotile. L'analyse attribue à ces trois minéraux la même composition $\text{Si}^{100}\text{Mg}^{11}$. Mais le chrysotile fournit un acide $\text{Si}^{100}\text{H}^{10}$ (ac. chrysotilique), tandis que les serpentes donnent l'acide $\text{Si}^{100}\text{H}^{11}$. Il en résulte pour le chrysotile la formule développée $\text{Si}^{100}\text{Mg}^{11}(\text{MgOH})^{11}$ et pour les serpentes la formule $\text{Si}^{100}\text{Mg}^{11}\text{H}^{11}$. L'heulandite a la composition $\text{Si}^{100}\text{Al}^{10}\text{Ca}^{10}$ et l'on en retire un acide $\text{Si}^{100}\text{H}^{10}$; elle a donc la constitution $\text{Si}^{100}\text{H}^{10}\text{Al}^{10}\text{Ca}^{10} + \text{H}^{10}$. — M. V. von Cordier a signalé antérieurement l'existence de deux formes stéréoisomères du picrate de guanidine, cristallisant l'une en tablettes, l'autre en aiguilles. Si l'on place les aiguilles (plus solubles dans l'eau) dans une solution saturée des tablettes, elles ne perdent pas de leur poids, ce qui devrait arriver si elles constituaient une forme dimorphe des tablettes. On se trouve donc bien en présence d'une isomérisation du genre cis-trans, causée par l'azote imidique à liaison double. — M. K. Kremann a étudié la saponification du diacétate de glycol et de la triacétine en solution homogène par un alcali aqueux; ce sont des réactions du second ordre. Les valeurs absolues de la vitesse de saponification du diacétate de glycol sont de plus du double, et celles de la triacétine de plus du triple des valeurs observées pour l'acétate d'éthyle. — Le même auteur a constaté, par l'étude du diagramme de fusion des mélanges de 2:4-dinitrophénol et d'aniline, que ces deux substances se combinent en proportion équimoléculaire. — MM. Zd. H. Skraup et R. Witt ont refait l'hydrolyse de la caséine par le procédé de Siegfried et obtenu deux combinaisons peptoniques qu'ils ont purifiées sous forme de picrates. Les peptones mises en liberté des picrates donnent par hydrolyse des bases hexoniques en quantité moins grande que la caséine.

Il faut en conclure que la caséinokyryne de Siegfried est un mélange de bases hexoniques libres avec d'autres restes. — MM. Zd. H. Skraup et Ph. Hørnes, par action de l'acide nitreux sur la caséine, ont obtenu une combinaison plus riche en O et à peu près de même teneur en Az. Par hydrolyse, elle fournit la plupart des combinaisons aminées que donne la caséine, mais moins d'arginine, et pas de lysine, de tyrosine, ni d'alanine. — M. Zd. H. Skraup a obtenu des résultats analogues en faisant agir l'acide nitreux sur la glutine. — M. J. Stuchetz a constaté que, parmi les produits aminés résultant de l'hydrolyse des albuminoïdes, seule l'arginine réagit avec l'hyphobromite de sodium. — M. H. Molisch a reconnu que toutes les Cyanophyées ne donnent pas le même phycoeyane, mais qu'on peut en préparer au moins deux : un phycoeyane bleu, donnant des solutions bleues en lumière transmise et à fluorescence rouge carmin; un phycoeyane violet, donnant des solutions violettes en lumière transmise et à fluorescence rouge ocre.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. S. Jelinek a étudié l'influence des courants électriques puissants sur les pigeons et les poissons. Pour les pigeons, une tension de 100 volts est dangereuse, et une tension supérieure est mortelle; la mort se produit à la suite de crampes musculaires et respiratoires. Les poissons ne meurent que sous une tension de 200 volts, souvent sans phénomènes visibles extérieurs. — Le même auteur a constaté que la disparition des mouvements du cœur provoquée chez le cobaye par la narcose chloroformique est combattue avec succès par l'application d'un courant fort, dangereux à l'état normal. Le cœur de cobayes tués par des injections sous-cutanées de morphine ou par la strangulation ne peut être remis en mouvement par l'action d'un courant puissant. — M. P. Th. Møller montre que le pouvoir des cultures staphylocoques d'augmenter le fibrinogène est lié au corps bacillaire, mais passe dans le filtrat; il résiste à la température de 60°. Il n'est identique ni à l'hémolysine, ni à la leucocidine des cultures; on n'a pu obtenir d'immunisation contre cet agent. — M. E. Wagner a étudié au point de vue morphologique le *Trisema Wagapoi* Vieill., Dilléniaécée de la Nouvelle-Calédonie.

Séance du 17 Mai 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Ad. Prey : Recherches de convergence pour la loi de la diminution de l'amplitude dans les observations pendulaires.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Meissner signale une source d'erreur dans les mesures thermo-électriques. Quand on détermine la température de fils métalliques par un thermomètre pendant à côté d'eux, on commet, par suite de la conductibilité calorifique du fil, des erreurs importantes, qui peuvent aller jusqu'à 70° pour un fil de cuivre de 3 millimètres d'épaisseur chauffé à 300° à l'intérieur d'un four électrique.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. von Ebner cherche à montrer que les fibrilles germinatives du tissu conjonctif, en particulier dans les os des dents, ne naissent pas directement du protoplasma des cellules de formation, mais secondairement d'une substance sécrétée par les cellules. — MM. S. Exner et H. Januschke ont constaté que les bâtonnets de la rétine de l'*Abrams brama* disparaissent complètement quand l'œil reçoit la lumière solaire directe. Ils se trouvent près de la choroïde et sont englobés par les masses granuleuses de granine et de fusine des prolongements cellulaires épithéliaux, tandis que les cônes de la membrane limitante sont exposés à la lumière. — M. H. Matiegka a étudié un certain nombre de caractères distinctifs des crânes humains qui sont en relation avec les cretes cranienches chez les Mammifères, en particulier les singes anthropoïdes.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 72, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la Revue sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

F. Laulanié. — C'est avec une douloureuse surprise qu'on a appris la mort de Laulanié, Professeur de Physiologie et de Thérapeutique à la Faculté de Médecine, Directeur de l'Ecole vétérinaire de Toulouse. Il disparaît en pleine activité d'esprit, en pleine vigueur d'âge, victime, on peut le dire, d'un travail sans répit, que seule la défaillance de ses forces physiques l'avait forcé depuis quelques mois d'interrompre.

J'ai eu l'honneur de le voir pour la première fois en 1892; je le trouvai dans son laboratoire, ou plutôt dans son amphithéâtre-laboratoire, organisé à la fois pour les recherches et pour l'enseignement. Ce laboratoire était meublé presque entièrement par des appareils de son invention. Car Laulanié était un inventeur et un constructeur extrêmement ingénieux. C'est grâce à cette ingéniosité, ainsi qu'à sa grande habileté d'expérimentateur, qu'il put apporter des solutions aussi élégantes que précises aux problèmes de Physiologie qui l'intéressaient particulièrement. Les questions relatives à l'Energétique et aux échanges respiratoires et nutritifs le passionnaient au point qu'elles constituaient le sujet de presque toutes ses recherches physiologiques. M. Chauveau, dont il était le disciple éclairé et dévoué, pourrait dire quelle contribution importante Laulanié a fournie à l'étude de ces importantes matières.

Doué d'une intelligence pénétrante et sans cesse en éveil, causeur alerte et spirituel, logicien rigoureux, Laulanié possédait aussi des qualités didactiques qui apparaissent bien dans son *Traité de Physiologie*¹. Les élèves appréciaient beaucoup la clarté et la méthode de son enseignement. Ils ne goûtaient pas moins l'aménité de son caractère comme administrateur. Tous les physiologistes seront profondément attristés par cette mort inopinée, car c'est une grande perte que fait la Physiologie dans la personne de Laulanié.

J. E. Abelous,
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

§ 2. — Astronomie

L'Équinoxe de Printemps. — *Le Bulletin de la Société astronomique* mentionne une communication de M. Maunder à la Société astronomique de Londres, à propos du passage de l'équinoxe de Printemps du Taureau dans le Bélier. Dans un *Mémoire* publié en 1874, le Professeur Sayre émettait l'opinion que l'équinoxe de printemps a dû se trouver dans la constellation du Taureau entre les dates 4.698 et 2.540 avant l'ère chrétienne : cette manière de voir, adoptée depuis par plusieurs auteurs, semble mal fondée. M. Maunder, en admettant que les belles étoiles de la région du zodiaque ont toujours été rattachées aux mêmes signes, détermine les portions de l'écliptique comprises dans chaque constellation et les dates où l'équinoxe de printemps a coïncidé avec l'entrée du Soleil dans les diverses constellations.

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

Les mois et leurs noms ne sont point dérivés des signes du zodiaque, et ceux-ci n'ont point été limités et dénommés d'après les mois : les deux modes de division sont indépendants à l'origine ;

C'est seulement à partir de l'an 700 avant l'ère chrétienne que le Bélier a été reconnu comme premier signe du zodiaque ;

Des inscriptions assyriennes, assez vagues, donnent lieu de penser qu'il y a eu vers cette époque un changement dans la manière de fixer le commencement de l'année, ainsi qu'un développement notable des connaissances astronomiques.

La météorologie sur Mars. — Nous ne parlerons point de cette question, pour le moins épineuse, si elle n'avait été traitée par un éminent astronome, W.-H. Pickering, dans le n^o 8 du volume LIII des *Annales de l'Observatoire de Harvard College*, en se basant sur des photographies qui, sans montrer les canaux et les lacs, accusent cependant des variations suffisantes pour être attribuées aux changements atmosphériques.

L'auteur étudie les formations de nuages, de neige, etc., et en conclut des indications sur les saisons, des comparaisons avec nos climats. Tout le monde est, du

¹ Voir la Revue des 15 Novembre 1901 et 15 juillet 1903.

reste, d'accord pour reconnaître la présence de vapeur d'eau dans la circulation atmosphérique de Mars : là où le problème devient plus délicat, c'est lorsque M. Pickering mesure la hauteur des nuages, 24.000 mètres, et explique les anomalies de l'aplatissement polaire par la présence ou l'absence de telles formations dans la zone équatoriale.

En tous cas, le Mémoire est fort intéressant : puisse seulement l'étude de Mars nous aider à percer quelques-uns des secrets de notre propre météorologie.

Le Collimateur de l'Amiral Fleuriat. — Tout ce qu'en matière de navigation l'on peut demander aux observations astronomiques, c'est de faire connaître à 1/2 mille près la position d'un navire, car, sauf à l'approche des côtes, une pareille approximation est très suffisante pour la navigation : dans ce but, on recourt aux mesures de hauteur lorsque l'horizon de la mer est bien visible ; mais le problème se pose tout autrement, soit en temps de brume, soit pendant la nuit, et l'instrument imaginé par l'Amiral Fleuriat était destiné à éviter ces inconvénients. Perfectionné en tous ces temps derniers, cet instrument permet d'observer la position moyenne des oscillations de l'axe d'un gyroscope, résolvant la difficulté : la précision de l'axe équivaut à un pendule de petite dimension, mais dont l'oscillation serait suffisamment longue pour que le roulis du navire la trouble néanmoins assez peu. Il reste cependant à appliquer deux corrections, l'une du fait de ce roulis, l'autre dépendant du mouvement de la Terre, et ces corrections ont suscité les importantes et intéressantes recherches de savants comme MM. Guyon, Crétin, Faye, Arago... Une étude récente et très complète a été faite sur le gyroscope collimateur par M. Gheury : la conclusion de l'auteur est que cet instrument, muni des récents perfectionnements, est vraiment très pratique, et supérieur à tous les autres appareils proposés pour donner un horizon artificiel.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Un procédé simple pour le dessèchement de l'air des hauts-fourneaux. — La *Revue*¹ a déjà attiré l'attention de ses lecteurs sur le curieux procédé de dessèchement de l'air des hauts-fourneaux de M. Gayley par le refroidissement de l'air au moyen de machines frigorifiques. Ce refroidissement se fait en faisant passer l'air, avant son entrée dans les machines soufflantes, sur des serpents frigorifères, qui en abaissent la température aux environs de zéro.

Le procédé de M. Gayley a donné lieu à de nombreuses discussions, et l'on n'est pas encore tout à fait d'accord sur la raison de son succès incontestable ; d'autre part, si le succès du procédé est reconnu, on doit aussi constater la complication et le prix très élevé des appareils frigorifiques qu'il met en jeu. C'est pour atténuer cette complication que M. Steinhart a récemment proposé — d'après les indications données par M. G. Richard à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* — un refroidissement de l'air beaucoup plus simple, au moyen, non pas d'un appareil frigorifique, mais d'une sorte de réfrigérant à circulation d'eau à la température de l'atmosphère, analogue aux condenseurs à surface des machines à vapeur. Cette considération de la simplification des appareils et de la diminution de leur prix est bien, en effet, de la plus haute importance, car, d'après de nombreux résultats pratiques, l'économie réelle finale produite par l'emploi du système Gayley ne dépasserait guère, en tenant compte de son amortissement et de son entretien, 20 centimes par tonne de fonte².

Au lieu de refroidir l'air avant son aspiration, M. Steinhart le refroidit lorsqu'il est échauffé après et

par sa compression à 1 kilogramme environ ; il résulte, de cet abaissement de température, un abaissement de l'état hygrométrique de cet air comprimé correspondant à un dessèchement d'autant. Le procédé de M. Steinhart est encore à l'état d'essai. En faisant passer de l'air, refoulé au taux de 1^m,15 par minute, au travers d'un tube de 50 millimètres de diamètre et de 2^m,20 de longueur entouré d'eau à 15°, la température de l'air fut abaissée à 29°, et son humidité tomba de 20 à 12 kilogs par mètre cube. C'est un dessèchement moindre que celui qu'obtient M. Gayley, mais aussi avec un appareil infiniment plus simple et moins coûteux, de sorte que les essais de M. Steinhart méritent certainement d'être signalés.

§ 4. — Physique

Les phénomènes de vie apparente chez les cristaux mous. — Les recherches de Physique ayant fait voir, dans ces dernières années, l'impossibilité d'établir une distinction bien nette entre les états liquide et solide, certains savants ont proposé de remplacer l'ancienne classification de la matière non gazeuse par les états dits *amorphe* et *cristallin*, comprenant le premier les substances non cristallines solides et liquides ainsi que toutes les conditions intermédiaires entre ces limites. En désaccord avec ces définitions, les travaux de M. O. Lehmann, professeur à Karlsruhe, viennent de démontrer l'existence de substances étant à la fois liquides et cristallines. Bien que ces résultats ne figurent pas encore dans les traités de Physique et de Chimie, il paraît incontestable que certains liquides présentent une structure parfaitement cristalline, se manifestant par une réfraction qui obéit aux mêmes lois que celle des cristaux solides. D'autre part, on doit à ce même savant la découverte de toute une série de formes cristallines intermédiaires, au point de vue de leur état d'aggrégation, entre les deux limites solide et liquide, et que M. Lehmann désigne sous le nom collectif de *cristaux mous*. Dans ces derniers, c'est tantôt la tension superficielle, tantôt la force directrice de cristallisation qui prévaut.

Tout en démontrant une fois de plus l'impossibilité de classer les phénomènes dans des catégories absolues bien séparées les unes des autres, ces recherches méritent une attention toute spéciale par le jour qu'elles viennent répandre sur les régions limitrophes entre le monde des organismes vivants et celui de la matière dite inerte, régions qui, depuis les récentes investigations de M. Butler Burke, de M. Leduc et d'autres savants, suscitent un intérêt considérable, même auprès des gens du monde. C'est que certaines substances étudiées par M. Lehmann et ses élèves présentent, sous le microscope, des phénomènes de croissance, de propagation et de subdivision, ainsi que des mouvements en apparence spontanés, qui, au moins par leur aspect extérieur, ressemblent parfaitement aux phénomènes caractéristiques des organismes vivants les plus rudimentaires, les bactéries.

M. Lehmann vient, en effet, de trouver des résultats tout particulièrement intéressants sur le paraoxyacétate d'éthyle, qui existe à l'état cristallin mou entre des limites de température très étendues, tout en donnant sous le microscope chauffé l'apparence d'une vie des plus agitées. L'importance toute spéciale de cette substance réside dans le fait qu'elle vient, pour la première fois dans le cas d'un cristal, présenter des analogies avec la subdivision des cellules vivantes, la croissance par intussusception ou absorption interne (à l'opposé de l'aggrégation de particules), ainsi qu'avec les phénomènes de mouvement caractéristiques des micro-organismes. Bien qu'il ne faille point, pour cela, considérer ces cristaux comme de vrais êtres vivants, on est bien fondé à admettre que les analogies observées, loin de se borner aux apparences, sont dues à l'identité de certaines forces actives dans les deux cas. Il n'en est pas moins vrai de dire que cette question ne pourr

¹ Voir la *Revue* du 15 décembre 1904, p. 1039.

² *The Engineer*, 20 avril, p. 401.

être tranchée avant que ces recherches ne soient définitivement terminées.

Les cristaux de paraxoxycinnamate d'ethyl affectent, à la température d'environ 200°, la forme de petites colonnes carrées à bords et à angles arrondis, et parfois celle de pyramides; tout en étant incolores en direction longitudinale, ils présentent une teinte rouge ou orangée quand on les examine dans le sens transversal.

Aussitôt que deux individus cristallins viennent au contact l'un de l'autre, ils se confondent en un seul, comme le font deux gouttes d'huile. Si c'est la pointe de la pyramide de l'un qui rencontre la base de l'autre, on voit cependant naître des formes jumelles, présentant à la jonction, en raison de la réfraction spéciale, une croix sur losange gris. A mesure que la température baisse, les cristaux prennent une consistance huileuse, n'étant plus capables de supporter la tension superficielle grandissante, qui les comprime en sphères dont la structure cristalline ne se manifeste plus que par leur réfraction. Loin d'être parfaitement rondes, ces sphères présentent une dépression, du centre de laquelle une ligne droite sombre conduit jusqu'au centre de la goutte.

La fusion de deux gouttes pareilles donne naissance, suivant la position relative des dépressions, à des gouttes ayant un ou plusieurs aplatissements; ce n'est que par la rencontre des dépressions de deux individus qu'on produit une forme jumelle, les sphères restant combinées sans se confondre. Quelquefois, on voit une excroissance se former spontanément à la dépression d'une goutte, excroissance qui graduellement prend les dimensions d'une goutte de même grandeur; ce phénomène peut se comparer au bourgeonnement des micro-organismes, d'autant plus que les bourgeons, étant repoussés après quelque temps, continuent à exister à l'état d'individus indépendants.

Bien des fois, une goutte, en s'allongeant, prend la forme d'une baguette semblable à une bactérie, et qui se dédouble tout à coup en deux morceaux; ce phénomène est parfaitement analogue au processus de subdivision des cellules vivantes.

Les baguettes précitées présentent des phénomènes de mouvement analogues à ceux des diatomées, rampant lentement en avant et en arrière et se heurtant parfois à des obstacles apparents. Les gouttes exécutent aussi des rotations très agitées autour de leur axe. Tous ces mouvements prennent une intensité particulière, lorsque les baguettes, comme c'est souvent le cas, s'allongent tout à coup en serpents, se recourbant avec des ondulations vernaiformes énergiques et se déplaçant même intégralement. La croissance de ces serpents ressemble de tous points à celle des micro-organismes vivants, c'est-à-dire qu'elle se produit en vertu d'une absorption interne (intussusception). Bien que la substance se dépose à la surface, l'épaisseur se maintient constante et l'on n'observe qu'une variation de la longueur, toutes les molécules ajoutées étant apparemment entraînées vers l'intérieur, où elles déplacent celles qui s'y trouvaient auparavant. Une croissance soudaine et rapide et une disparition aussi inattendue sont des phénomènes qui se constatent très souvent sur ces formes serpentine; après s'être contracté momentanément en une sphère, le « serpent » est projeté par la force même de contraction. Les baguettes se recourbent également tout à coup en anneaux, formant à leur tour des sphères par le contact mutuel des extrémités. Dans d'autres cas, les baguettes qui se touchent forment des structures jumelles ou triples.

Le dégagement d'un bourgeon s'accompagne bien souvent de la formation de baguettes, ou de serpents reliant le premier à l'individu-mère; des phénomènes analogues s'observent, d'ailleurs, pendant la subdivision. En ajoutant à la solution des substances étrangères, on ralentit les phénomènes de mouvement et l'on paralyse la force morphogénique, par un phénomène analogue aux empoisonnements.

La variété et la vivacité de l'ensemble des phénomènes sont bien faites pour justifier la comparaison avec ceux que présentent les Infusoires et d'autres micro-organismes.

Alfred Gradenwitz.

§ 3. — Électricité industrielle

Nouveau four électrique pour la détermination des points de fusion des matières réfractaires. — Un four électrique d'un type intéressant, permettant de maintenir, durant des temps quelconques, des températures comprises entre 1.500° et 2.000° C., vient d'être construit par M. W. C. Heraeus, à Ilanau. Il s'agit d'un four à résistance consistant en un tube d'iridium pur de 20 millimètres d'épaisseur et de 40 millimètres de diamètre; ce tube est pourvu à ses extrémités de brides en platine de 1,5 millimètre d'épaisseur. Du courant continu lui est amené par des bandes épaisses en argent doux, vissées à la bride d'une part et au circuit électrique de l'autre. Ce tube d'iridium est entouré d'un autre tube en magnésie fondue de 60 millimètres de diamètre, inséré à son tour dans un tube en chamotte de 160 millimètres d'épaisseur; l'intervalle entre ces deux derniers tubes est rempli de grains de magnésie fondue. Le four ainsi constitué est disposé de façon à pouvoir être amené dans une position soit verticale soit horizontale, tout en étant susceptible d'une rotation autour de son axe; on peut encore le déplacer d'environ 60 millimètres en direction verticale. Le courant dont on se sert pour le chauffer doit être d'une intensité considérable, en raison de la faible résistance du tube d'iridium; pour réaliser une température maxima de 2.000° C., il convient, en effet, de choisir un courant de 1.200 ampères sous 5 volts. Afin de mesurer avec facilité et avec toute la précision voulue les températures élevées produites par le four et qui dépassent l'intervalle du pyromètre Le Châtelier (qui, autrement, serait l'instrument le plus approprié), M. Heraeus se sert d'une pile thermo-électrique de sa construction et qui consiste en iridium pur d'une part et en un alliage d'iridium pur à 40 % de ruthénium de l'autre. Cette pile a été calibrée par comparaison avec un élément étalon au platine-platine-rhodium, jusqu'à la température de 1.600° C., et en mesurant le point de fusion du platine pur (à savoir 1.780° C.) au moyen de l'élément à l'iridium-ruthénium. Pour les températures dépassant cette dernière limite, on se sert d'une extrapolation.

La matière en expérience est disposée sur un plateau en iridium pur placé à l'intérieur du tube de cette même substance sur un support de chaux caustique. Les extrémités du tube sont fermées par des bouchons en matière réfractaire; on observe le processus à travers un petit tron circulaire ménagé dans l'un de ceux-ci; une ouverture analogue dans l'autre bouchon donne passage à la pile thermique. M. Heraeus emploie les matières soumises à l'essai sous la forme de petits cônes d'un poids de 0,5 à 2 grammes, disposés sur le plateau d'iridium de façon à se trouver approximativement dans l'axe du tube. Une lunette disposée à 1 mètre de distance du four (un disque rouge sombre étant inséré pour amortir la lumière aveuglante) sert à prendre les lectures.

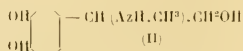
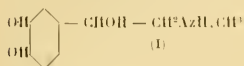
On observe d'abord, à une température donnée, un commencement de ramollissement de la matière, et à une autre température, différant de la première de 5 à 15° (suivant la nature de la matière), la fusion complète de celle-ci. En dehors de la valeur absolue du point de fusion, l'intervalle de température séparant ces deux points est très important pour apprécier l'utilité industrielle d'un produit donné. Afin de déterminer cet intervalle avec toute la précision voulue, M. Heraeus a imaginé une ingénieuse méthode d'enregistrement, la poussée exercée par un levier à contre-poids sur un cube de la matière en expérience étant inscrite en fonction de la température.

On obtient ainsi des courbes d'une inclinaison plus

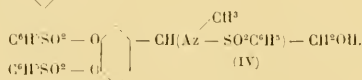
ou moins rapide; les matières à courbe rapidement ascendante sont fort résistantes aux températures basses, tandis que leur résistance décroît rapidement à mesure que la température s'élève pour atteindre une limite inférieure. Alfred Gradenwitz.

§ 6. — Chimie

La constitution de l'adrénaline. — La *Revue*¹ a rendu compte des travaux qui conduisent à attribuer à l'adrénaline l'une des deux formules ci-après :



Les récentes recherches de M. Friedmann² permettent aujourd'hui de se prononcer pour la première. En effet, ce chimiste, ayant préparé d'après la méthode de M. von Fürth³ la tribenzène-sulfo-adrénaline, démontre que, des deux formules III et IV que l'on peut attribuer à ce composé, c'est la formule III qui doit être adoptée :



Ces deux formules s'imposent d'abord toutes deux, parce que le composé benzène-sulfoné en question est insoluble dans les acides et les alcalis. L'insolubilité dans les acides démontre que, dans le groupe AzH de l'adrénaline, il n'y a plus, dans le dérivé benzène-sulfoné, d'hydrogène substituable, et de l'insolubilité dans les alcalis on peut conclure que les deux oxydrides du noyau sont occupés par le groupe benzène-sulfonique. En outre, la benzène-sulfo-adrénaline est lévogyre, et elle renferme un oxydride libre, car traitée par le chlorure de *m*-nitrobenzoyle, elle donne un dérivé acylé. Comme les deux oxydrides aromatiques sont déjà occupés par deux radicaux benzène-sulfoniques, l'oxydride ainsi acylé ne peut se trouver que dans la chaîne latérale grasse.

La position de cet oxydride dans cette chaîne, c'est-à-dire le choix entre les formules III et IV, peut être déterminée par les considérations que voici : Dans le composé III, l'oxydride est lié à un carbone asymétrique; l'oxydation de ce corps devra donc fournir une cétone inactives, tandis que l'oxydation du corps IV donnerait, au contraire, un aldéhyde, puis un acide.

Or, par oxydation de la tribenzène-sulfo-adrénaline au moyen de l'acide chromique, on obtient le composé cétonique inactif prévu par la formule III, la *tribenzène-sulfo-adrénalone*, dont la *p*-phénylhydrazine est en beaux cristaux fusibles à 174-175°. L'auteur a préparé, d'autre part, synthétiquement d'après Stolz⁴, l'*adrénalone* ou *méthylamino-aceto-pyrocatechine*, produit qui abaisse aussi la pression sanguine, mais 1000 fois moins que l'adrénaline, et de l'adrénalone il est passé à la tribenzène-sulfo-adrénalone et à la *p*-nitrophénylhydrazine correspondante, composés qui se sont trouvés être identiques aux produits obtenus en partant de l'adrénaline.

On doit donc adopter pour la tribenzène-sulfo-adrénaline la formule III et pour l'adrénaline la formule I.

§ 7. — Biologie

L'expression des émotions. — M. François-Frank, membre de l'Académie de Médecine, vient de faire, à l'Institut général psychologique, une intéressante conférence sur « quelques expressions des émotions chez l'homme et chez les animaux ».

Après avoir rappelé les travaux de Duchenne (de Boulogne) et de Darwin, le conférencier a exposé le résultat de ses recherches personnelles, « en appuyant ses démonstrations sur de nombreuses photographies qu'il a recueillies. Il a montré successivement, par des projections : l'expression émotive de l'homme normal; celle de l'aliéné à idée fixe, caractérisée par ce fait que le sujet rend avec énergie, et sans modifications, l'impression qu'il éprouve; chez l'enfant, qui réagit un peu à la façon de l'aliéné; chez l'aveugle et le sourd-muet; chez les acteurs, et enfin chez de nombreux animaux.

M. François-Frank a démontré expérimentalement que toutes les manifestations extérieures de l'émotivité peuvent être provoquées par l'excitation de parties localisées de l'écorce cérébrale. Il a beaucoup insisté sur le fait physiologique suivant : autant les manifestations extérieures de l'émotion (expressions et jeux de physionomie, attitudes, gestes, etc.) sont variées, autant, par contre, les manifestations profondes, organiques, de l'émotion (modifications dans les fonctions respiratoires, circulatoires, digestives, sécrétoires, etc.) sont uniformes. Ce qui permet au savant conférencier de critiquer la théorie dite physiologique des émotions, dans laquelle l'état cérébral serait subordonné aux variations circulatoires.

En somme, l'écorce cérébrale doit être considérée comme une surface sensible qui élaborerait par elle-même les états émotifs et serait le point de départ des réactions nombreuses, tant extérieures que profondes, qui leur correspondent.

Enfin, M. François-Frank a indiqué les applications pathologiques qui résultent de sa manière de voir, en insistant plus particulièrement sur les troubles cardiaques produits par les chocs émotifs.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Les relations commerciales entre Tombouctou et Tunis. — La première caravane venant de Tombouctou par In-Salah est arrivée le 29 juin à Gabès. Escortée de 30 cavaliers, composée de 30 chameaux, elle convoyait de nombreuses marchandises, dont 800 kilogrammes de plumes d'autruche et 1.000 kilogrammes d'ivoire.

Jusqu'ici les caravanes partant de Tombouctou pour l'Afrique du Nord aboutissaient à Tripoli ou au Maroc. Il était intéressant de signaler cette reprise des relations commerciales entre la Tunisie et Tombouctou. Le Gouvernement tunisien avait bien essayé, il y a une douzaine d'années, d'attirer le courant des caravanes de Tombouctou; mais il avait dû y renoncer, à cause de la baisse de l'ivoire, qui ne valait alors que 11 francs le kilogramme, au lieu de 25 francs actuellement. Dans ces conditions nouvelles, la marchandise peut supporter les frais de la traversée du désert.

Le prochain percement des Alpes bernoises¹. — La position centrale de la Suisse prédestinait ce pays à recevoir une grande partie du transit européen². Si cet avantage ne compense pas l'absence

¹ Voy. la *Revue* du 15 janvier 1905, p. 28.

² FRIEDMANN: *Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol.*, t. VIII, p. 95, 1906.

³ O. VON FÜRTH: *Ibid.*, t. VI, p. 91, 1905.

⁴ STOLZ: *D. chem. G.*, t. XXXVII, p. 4152.

¹ Cf. PAUL GRABIN: Le percement des Alpes bernoises. *La Géogr. phie*, 15 MARS 1906. — ALBERT GORAT: Le percement des Alpes bernoises. *Revue économique internationale*, 15-20 octobre 1905.

² Le transit de la Suisse s'élève annuellement à 400.000 t., d'une valeur approximative de 600 millions de francs; les

de rivage maritime, il n'en reste pas moins très appréciable. Mais, si la Suisse est un centre, elle est en même temps un nœud montagneux, le faite de l'Europe, en quelque sorte. C'est pourquoi le transit Nord-Sud a dû longtemps tourner ce pays, empruntant alors les territoires des pays limitrophes, le nôtre en particulier. Grâce à l'appui financier de l'Allemagne et de l'Italie, le Gotthard fut percé. Quant au Simplon, la Suisse en fit à peu près tous les frais; la participation de l'Italie fut insignifiante. Voici maintenant que le plus populaire des cantons suisses, celui de Berne, va se lancer hardiment, et presque seul, dans un nouveau percement des Alpes. Dans une Note précédemment consacrée au Simplon, nous avions laissé entrevoir comme probable la construction du tunnel du Lötschberg. Les différentes études et expertises qui ont eu lieu depuis ont confirmé le choix de cette solution. On peut prévoir qu'elle sera bientôt adoptée par le Grand Conseil bernois.

Trois vallées s'avancent à la rencontre de la puissante chaîne alpestre qui sépare le canton de Berne du canton du Valais. La plus orientale, la vallée supérieure de l'Aar ou Hasli, conduit au delà du tunnel du Simplon; elle ne saurait être choisie pour ce motif. Les deux autres sont celles de la Kander et de son affluent la Simme. La vallée de la Kander est la plus directe; elle aboutit au débouché le plus favorable du côté Sud, le Lötschenthal; mais, par suite de deux importantes ruptures de pente, elle offre un degré d'inclinaison beaucoup plus considérable que la vallée rivale de la Simme. Celle-ci ne s'élève que de 150 mètres entre Zweisimmen et Oberried, distants de 17 kilomètres l'un de l'autre. De plus, le massif du Wildstrubel, auquel elle aboutit, est moins épais que le Lötschberg, qui barre la vallée de la Kander. Mais le trajet est plus long, parce que le Simmenthal dessine un arc de cercle vers l'Ouest, et surtout il laisse l'Oberland complètement de côté; c'est la son plus gros désavantage et celui pour lequel il sera abandonné: l'Oberland, qui est une des régions les plus visitées de la Suisse, est aussi la grosse richesse du canton de Berne.

Ce sera donc par la vallée de la Kander que passera la future voie; mais la dernière rupture de pente, provenant d'un éboulis, donne lieu à deux solutions, suivant que la ligne franchit ou non ce seuil avant de s'engager dans le tunnel. Dans le premier cas, il faut un tunnel de 14 kilomètres, avec un maximum d'inclinaison de 30 à 35 ‰, mais qui pourra être ramené à 27 ‰; dans le second cas, le tunnel aura 21 kilomètres et les rampes ne dépasseront pas 15 ‰. Les derniers experts, M. Zollinger, chargé d'étudier plus particulièrement les tracés, et M. Thomann, auquel on avait demandé un Rapport sur l'emploi de la traction électrique, se sont prononcés tous deux pour le tunnel de faite à fortes rampes. On estime, en effet, qu'avec ce dernier mode de traction, des rampes de 27 ‰ — avec des courbes de 300 mètres, au minimum, — équivalent, pour l'exploitation, à des rampes de 15 ‰ avec traction à vapeur.

De Berne à Brigue, le tracé aura une longueur de 113 kilomètres, dont 71 de Spiez à Brigue. Sur cette dernière longueur, 11 kilomètres sont déjà exploités

de Spiez à Frutigen. La durée de la construction est évaluée à cinq années et demie, et le coût à 84 millions. On estime les recettes de la ligne Spiez-Brigue à 5.350.000 francs (avec 426.000 voyageurs et 680.000 tonnes de marchandises), et les dépenses à 2.460.000 francs, ce qui laisserait un excédent de recettes de 2.890.000 francs.

Il est intéressant de noter à ce sujet l'évolution qui s'est produite en quelques années dans le domaine de la construction des chemins de fer de montagne. On revient aujourd'hui à l'idée des hauts tracés, avec une moindre longueur de tunnel, et non seulement parce qu'ils sont moins onéreux et plus rapidement construits, mais aussi parce que, grâce à la traction électrique, ils sont parfaitement exploitables au point de vue du grand trafic international, et encore parce que les longs tunnels de base — dont le Simplon restera le type — sont trop sujets aux surprises de toute sorte. La décision que viennent de prendre les promoteurs du percement des Alpes bernoises ne manquera pas d'influer sur celle qui nous concerne, à propos du prochain percement du Jura français.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles de Fribourg (Suisse).

Une Mission scientifique à San-Thomé. — M. Gravier, docteur ès sciences, assistant au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui avait accompli l'an dernier un intéressant voyage sur les bords de la Mer Rouge, vient d'être chargé par le Ministre de l'Instruction publique d'une Mission scientifique à San-Thomé, pour étudier spécialement la faune des Invertébrés dans cette colonie portugaise et ses dépendances.

§ 9. — Enseignement

L'enseignement de la Physique dans les lycées. — Le *Bulletin administratif du Ministère de l'Instruction publique* (numéro du 2 juin 1906) publie l'extrait suivant d'un Rapport d'inspection générale, montrant la nécessité de l'entente entre les professeurs de même ordre dans chaque établissement :

« Je ne connais pas de lycée où l'enseignement de la Physique marche mieux qu'à X... Cela ne tient pas seulement à ce qu'il s'y trouve un ensemble de bons professeurs, mais surtout à ce qu'il y a entre eux-ci une entente parfaite, non accidentelle, mais de tous les jours et sur tous les points, et que tous mettent en commun leurs travaux et leurs idées.

« Il en résulte pour l'enseignement une uniformité et une continuité tout à fait favorables au travail des élèves et à leur développement. On arrive ainsi à ce résultat qu'on rencontre des classes, même nombreuses, où il n'y a pas de non-valeurs, et où, dans la liste dressée par le professeur, il n'y a pas de troisième série.

« Cet exemple prouve l'importance des conseils d'enseignement. Ils sont aussi nécessaires, à un autre point de vue, que les conseils de classe.

« Les professeurs d'une même catégorie ne devraient pas agir isolément et sans se préoccuper de ceux qui les précèdent et de ceux qui les suivent. Il est essentiel qu'ils se mettent et se tiennent d'accord sur l'interprétation des programmes, sur la méthode à suivre, sur la continuité et la progression de l'enseignement. »

70 % de ces marchandises sont acheminés par la voie du Gotthard, et 12 à 15 % par celle de l'Arberg.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA MÉTALLOGRAPHIE MICROSCOPIQUE

DEUXIÈME PARTIE : UTILISATION INDUSTRIELLE DE LA MÉTALLOGRAPHIE

Dans la première partie de cette étude¹, nous avons décrit la technique de la Métallographie; il nous reste à montrer, par de nombreux exemples, comment l'industrie peut utiliser cette méthode d'essais.

Pour cela, nous passerons successivement en revue les alliages suivants :

1° *Alliages de Fer :*

Alliages Fer-Carbone : Fers, Aciers, Fontes;
Aciers spéciaux;
Autres alliages industriels du fer.

2° *Alliages de Cuivre :*

Bronzes ordinaires;
Bronzes spéciaux;
Laitons ordinaires;
Laitons spéciaux.

3° *Antifrictions.*

Mais il nous faut tout d'abord attirer l'attention sur différents points qui ont une grande importance.

I. — COMBINAISON ET SOLUTION SOLIDE.
POINTS DE TRANSFORMATION.

On sait — comme nous l'avons déjà rappelé — que les métaux peuvent donner naissance à des combinaisons définies. On a pu arriver, par différents procédés, à déterminer l'existence des combinaisons Cu^2Sn , CuAl^3 , FeAl , etc.

Mais on a, pendant longtemps, abusé de la conception de la combinaison définie. Il est un cas beaucoup plus fréquent, nous dirons même bien plus intéressant : c'est celui de la solution solide.

Il est beaucoup plus fréquent : nous en trouverons, en effet, des exemples de la plus haute importance, non seulement dans les aciers trempés, mais aussi dans les aciers spéciaux, dans les bronzes, les laitons, les bronzes d'aluminium, etc., et l'on peut dire actuellement que la plupart des produits métallurgiques industriels sont formés de solutions solides. Ce cas est beaucoup plus intéressant que celui de la combinaison : en effet, les propriétés mécaniques, physiques et chimiques de la solution se modifient peu à peu sous l'influence d'une variation de composition; de plus, la solution solide est — ou du moins peut être —

un produit homogène, qualité qui est, dans la plupart des cas, particulièrement précieuse.

On peut dire que les travaux des physico-chimistes, particulièrement de Roozeboom, sur les solutions solides ont eu, dans ces deux ou trois dernières années, une influence considérable sur les recherches relatives à la constitution des produits métallurgiques.

Un autre point sur lequel il nous faut attirer l'attention est la relation qui existe entre la micrographie et la courbe de fusibilité, ou plutôt le diagramme des alliages.

On s'est contenté pendant fort longtemps de

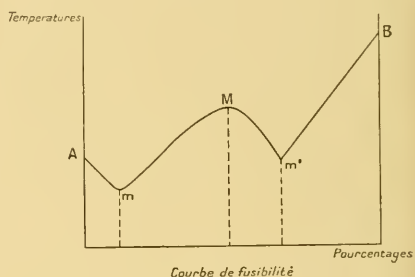


Fig. 1. — Courbe de fusibilité d'un alliage.

déterminer le point de solidification commençante des alliages; en réunissant les points obtenus pour les différents alliages de deux métaux, on obtenait la courbe de fusibilité.

Or, il y a d'autres points dont la détermination est non moins importante : ce sont les points de solidification finale et les points de transformation; ces derniers sont très fréquents dans les alliages. Si l'on porte sur l'axe des x le pourcent d'un métal et sur l'axe des y les températures, on arrive, au moyen des points déterminés, à diviser le plan en un certain nombre de régions, pour lesquelles il faut déterminer la constitution; c'est là que la micrographie intervient.

Entre la courbe de solidification commençante et la courbe de fin de solidification, on a une partie liquide et une partie solide. Considérons une courbe de solidification commençante et supposons qu'elle présente un maximum et deux minima (fig. 1). Les alliages qui correspondent au maximum et aux minima se solidifient entièrement à une même température.

¹ Voir la *Rev. gén. des Sciences* du 13 juillet 1906.

Au maximum correspond ou un composé défini ou une solution solide. La masse qui se solidifie a même composition que la partie liquide qui pré-existait.

D'autre part, les minima indiquent les eutectiques, qui sont formés, d'après les études de Pionchon, Charpy, etc., par des lamelles alternantes des deux constituants qui correspondent aux deux branches de la courbe de fusibilité. Supposons qu'en M se dépose une combinaison : le minimum *m* est l'eutectique formé par le métal A et la combinaison M ; le minimum *m'* est l'eutectique formé par la combinaison M et le métal B. Nous donnerons tout de suite un exemple pour montrer la coïncidence qui existe entre la micrographie et la courbe de fusibilité. Prenons les alliages antimoine-plomb ; la courbe de fusibilité, qui est tracée dans

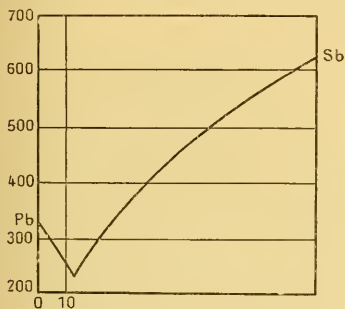


Fig. 2. — Courbe de fusibilité des alliages antimoine-plomb.

la figure 2, montre un eutectique pour une teneur de 13 % d'antimoine.

Si les alliages ne subissent après leur solidification aucune transformation, ils doivent être constitués de plomb entouré d'eutectique plomb-antimoine pour les teneurs d'antimoine inférieures à 13 %, et d'antimoine entouré du même eutectique lorsque la teneur en antimoine est supérieure à 13 %. Mais il y a plus : il existe une relation directe entre la teneur en eutectique et la composition. Plus on se rapproche de la teneur de 13 % d'antimoine, plus l'eutectique occupe de surface.

II. — ALLIAGES DE FER.

§ 1. — Alliages de fer et de carbone.

Fers. Aciers. Fontes.

1. *Constituants.* — Les principaux constituants des alliages fer-carbone sont :

La *ferrite* ou *fer pur* ;

Le *graphite* ;

La *cémentite* ou *carbure de fer* Fe_3C ;

La *perlite*, qui est l'eutectique ferrite-cémentite ;

La *martensite*, solution de carbone dans le fer, dédiée à Martens ;

La *austénite*, dédiée à Robert-Austen ;

La *troostite*, du nom de M. le Professeur Troost ;

La *sorbite*, dédiée à Sorby, le premier savant qui ait songé à la métallographie.

Nous définirons ces différents constituants et donnerons leurs principales caractéristiques.

a) *Ferrite.* La ferrite n'est autre chose que le fer pur. Elle n'existe que dans les aciers hypoeutectoides, c'est-à-dire renfermant moins de 0,850 % de carbone.

Une attaque prolongée à la teinture d'iode, à l'acide picrique, etc., la fait apparaître en grains polyédriques (fig. 3), provenant de cristaux cubiques qui se sont développés autour de centres indépendants et se trouvent limités par des facettes plus ou moins planes.

M. Kourbatoff a indiqué, dans un important Mémoire publié en mars 1904 dans la *Revue de Métallurgie*, que la solution à 4 % d'acide azotique dans l'alcool amylique permet de distinguer, dans les aciers extra-doux, les produits fragiles des produits non fragiles : dans les premiers, le contour des grains de ferrite est extrêmement net, et il semble y avoir deux constituants. Il paraît nécessaire de rapprocher ce fait du travail de M. Braune relatif à l'influence de l'azote sur les propriétés des aciers et paru dans la *Revue de Mécanique*.

Il est nécessaire d'ajouter que l'on désigne aussi sous le nom de ferrite le fer renfermant en solution certains produits, notamment le nickel, le silicium, le vanadium. La ferrite formée de fer pur n'existe pas dans les produits commerciaux.

b) *Graphite.* Le graphite se voit, après simple polissage, avant toute attaque ; il apparaît en sombre sur le fond brillant et possède généralement la forme de virgules provenant des lamelles coupées dans la préparation. Le graphite peut ou exister dans le produit naturel et refroidi, ou se produire par recuit de la fonte grise ou de certains aciers spéciaux (silicium, vanadium).

c) *Cémentite.* Le fer forme avec le carbone un carbure de fer de formule Fe_3C . On lui a donné le nom de cémentite, parce qu'il prend naissance en abondance dans la cémentation des aciers.

C'est le plus dur des constituants des aciers recuits. Aussi la voit-on par polissage en bas-relief. L'acide picrique ne l'attaque pas (fig. 5) ; mais le picrate de soude en solution sodique la colore en brun (fig. 4) (H. Le Chatelier). On a cherché à établir l'existence de plusieurs cémentites (Von Juptner, Benedicks) ; mais aucune preuve certaine n'en a été donnée.

La cémentite n'existe à l'état indépendant (c'est-à-dire hors de l'eutectique) que dans les aciers

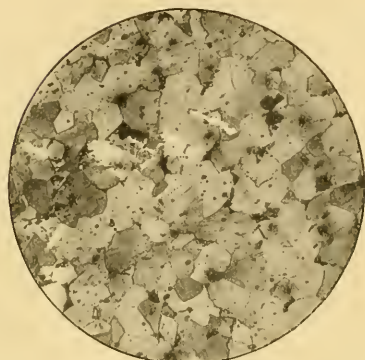


Fig. 3. — Fer du commerce. Polyèdres de ferrite; traces de perlite. Grains ronds de scories. — Attaque prolongée à l'acide picrique. (G = 300 d.)

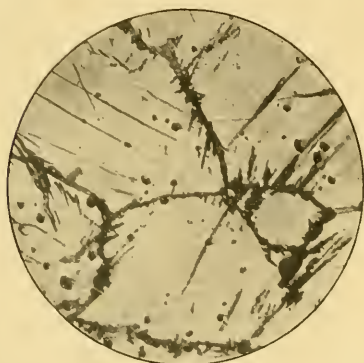


Fig. 4. — Acier hypereutectoïde attaqué au picrate de soude. — La cémentite se colore en noir. (G = 500 d.)



Fig. 5. — Acier hypereutectoïde (C = 1,05). Cellules bordées de cémentite blanche et remplies de perlite. — On notera ici les lamelles alternantes de la perlite. Attaque à l'acide picrique. (G = 200 d.)

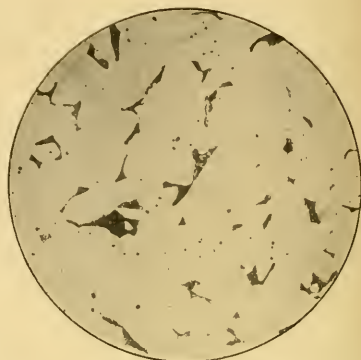


Fig. 6. — Acier extra-doux (C = 0,090). Perlite noire et ferrite blanche. — Attaque à l'acide picrique. (G = 200 d.)



Fig. 7. — Acier demi-dur (C = 0,400). Perlite noire et ferrite blanche. — Attaque à l'acide picrique. (G = 200 d.)

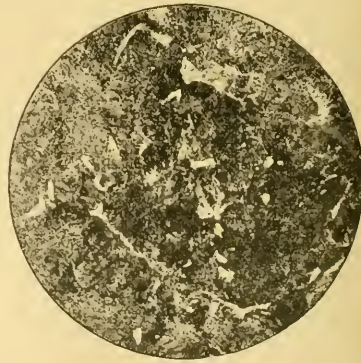


Fig. 8. — Acier dur, très voisin de l'eutectoïde (C = 0,750). Perlite noire et traces de ferrite blanche. — Attaque à l'acide picrique. (G = 200 d.)

hypereutectoïdes, contenant, par conséquent, plus de 0,830 % de carbone.

d) *Perlite*. La perlite est l'eutectique ferrite-cémentite. Elle est donc formée de lamelles alternantes de ces deux constituants.

La perlite est colorée par l'acide picrique (fig. 6 à 8), ou la teinture d'iode.

Le picrate de soude l'attaque à peine.

Les trois constituants : ferrite, cémentite, perlite, sont les seuls que nous rencontrerons dans les aciers normaux, c'est-à-dire dans les aciers qui, portés vers 900°, ont été refroidis lentement.

Lorsqu'on examine des aciers normaux renfermant des quantités de carbone de plus en plus importantes, on trouve les résultats suivants :

La perlite croît avec la teneur en carbone ; elle est nulle dans le fer pur, elle couvre la surface dans l'acier contenant 0,830 % de carbone.

Le carbone continuant à augmenter, on trouve de la cémentite, qui augmente avec la teneur en carbone. On ne peut confondre cette cémentite avec la ferrite, le picrate de soude colorant nettement la première.

e) *Ferronite*. Dans une thèse très remarquée, M. Benedicks semble avoir démontré que, dans les aciers renfermant plus de 0,500 % de carbone, les parties qui restent claires après l'attaque à l'acide picrique sont constituées par une solution de carbone dans le fer à 0,27 % de carbone et non par du fer pur. M. Benedicks était son opinion sur la mesure des surfaces occupées par la perlite, sur

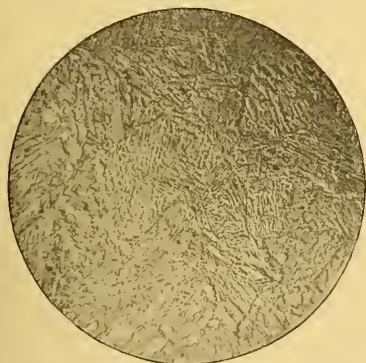


Fig. 9. — Martensite très fine. — Attaque à l'acide picrique. (G = 200 d.)

les dosages de carbone, sur les propriétés physiques et les densités.

f) *Martensite*. La martensite est une solution de carbone dans le fer. C'est le constituant des aciers trempés à température un peu supérieure au point de transformation correspondant à la recalescence.

La martensite est caractérisée par des aiguilles que l'on ne voit qu'à un fort grossissement et après attaque profonde ; elles sont dirigées suivant trois directions. Une attaque de 5 secondes à l'acide



Fig. 10. — Austénite (blanche) et aiguilles de troostite-sorbite (noires). (G = 200 d.)

picrique ne la colore pas ; on l'aperçoit après une attaque de 5 minutes (fig. 9).

Du fait que la martensite est une solution solide, on peut conclure que ses propriétés vont dépendre de la composition, c'est-à-dire de la teneur en carbone de l'acier¹.

Attirons de suite l'attention sur ce fait que, si l'on prend l'acier eutectique et si on le trempe à des températures croissantes à partir du point de transformation, la martensite, d'abord extrêmement fine, devient de plus en plus grossière au fur et à mesure que la température de trempe augmente.

Ce fait a, nous le verrons plus loin, une grande importance théorique et industrielle.

g) *Austénite*. L'austénite (fig. 10) est le constituant des aciers très carburés ($C > 1,1$ %) trempés à très haute température (à 1.000°) dans un bain de trempe très froid (au-dessous de 0°). En un mot, pour produire l'austénite, il faut exagérer toutes les conditions de la trempe. Avec les aciers au carbone, on n'obtient jamais de l'austénite pure, mais un mélange austénite-martensite, ou mieux austénite-troostite-sorbite ; le maximum d'austénite que l'on peut obtenir atteint 70 % de la masse, avec un acier à 1,65 % de carbone. Pour un acier plus riche, on a séparation de cémentite ; la proportion d'austénite n'augmente plus (Osmond).

Les caractéristiques micrographiques de l'austénite sont les suivantes : elle possède une faible

¹ On sait que, lorsqu'on examine la courbe de refroidissement d'un acier, on obtient un dégagement de chaleur aux environs de 680°, lequel est particulièrement accentué dans les aciers à haute teneur en carbone.

dureté minéralogique et se raie à l'aiguille; elle n'est pas colorée par l'acide picrique.

h) *Troostite*. La troostite (fig. 11) est le principal constituant d'un acier trempé dans l'eau, pendant l'intervalle critique, ou bien à température plus élevée, mais dans un bain moins actif que l'eau, tel que l'huile par exemple.

Les caractéristiques micrographiques de la troostite peuvent se résumer comme suit : coloration rapide (3") par l'acide picrique; coloration par la solution de l'acide azotique dans l'alcool amylique (légère coloration après 7', coloration foncée après 45' (Kourbatoff).

La troostite est colorée très nettement après 15" par le réactif suivant : une partie alcool amylique, une partie alcool éthylique, une partie

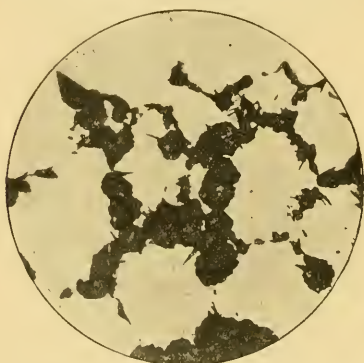


Fig. 11. — Troostite (noire) et fond de martensite (blanc). — Attaque à l'acide picrique. ($G = 200 \text{ d.}$)

alcool méthylique, une partie d'une solution à 4 % d'acide nitrique dans l'anhydride acétique.

i) *Sorbite*. La sorbite est un constituant intermédiaire entre la perlite et la troostite. Elle se colore aisément par l'acide picrique.

On l'obtient surtout par revenu de la martensite ou encore par la trempe de fonte acièreuse (Henry Le Chatelier).

j) *Troosto-Sorbite*. M. Kourbatoff (*Revue de Métallurgie*, février 1905) appelle troosto-sorbite un constituant obtenu, à côté de la martensite et de l'austénite, par la trempe, à une température élevée, d'aciers très riches en carbone, et qui présente des caractères se rapprochant assez de la troostite. M. Le Chatelier en avait déjà signalé l'existence et le mode de production.

La troosto-sorbite est colorée en brun foncé, après 5 minutes d'attaque, par une solution à 4 % d'acide azotique dans l'alcool amylique.

Le réactif que nous avons déjà indiqué à propos de la troostite donne la même réaction qu'avec ce

constituant, tous les autres ne subissant aucune action.

On voit que la seule différence qui existe entre la troostite et la troosto-sorbite se trouve dans le moyen de les produire et dans la structure générale : tandis que la troosto-sorbite forme des masses irrégulières entourées par un liséré plus noir et que le milieu des taches est toujours plus clair et renferme généralement de la cémentite, la troostite, obtenue en trempant pendant la recalcence, se développe au milieu de la perlite et non plus autour des grains de cémentite.

2. *Classification des constituants des alliages Fer-Carbone*. — Dans une étude des plus remarquées, parue dans le *Journal de Chimie physique* en janvier 1904, et dans un Mémoire plus détaillé, publié dans la *Revue de Métallurgie* (1905, p. 207), M. Le Chatelier a étudié la classification des constituants des aciers ordinaires; il faut distinguer :

1° Les constituants homogènes ou phases; ce sont : la ferrite, le graphite et la cémentite.

Il est entendu que ces phases peuvent renfermer d'autres corps que les précédents; la ferrite peut contenir en solution du nickel, du vanadium, etc.; la cémentite peut contenir d'autres carbures que Fe_3C , notamment Mn_3C , Cr_3C , etc.;

2° Un constituant d'aggrégation, qui est la perlite, eutectoïde ferrite-cémentite;

3° Les constituants de structure; ce sont la martensite, l'austénite, la troostite, la troosto-sorbite et la sorbite. Ce sont ces différents constituants qui amènent des difficultés toutes spéciales dans l'étude micrographique des aciers, et cela provient de ce qu'ils ne sont normalement stables qu'à température élevée et qu'un brusque refroidissement ne permet de les conserver à une température ordinaire que d'une façon fort incomplète.

« Cette propriété de former avec le carbone des solutions solides paraît surtout appartenir à la variété du fer normalement stable au-dessus de 900° , celle que M. Osmond désigne par la lettre γ . »

Il ne semble pas qu'entre la perlite et la troostite il y ait des changements brusques; il paraît bien que l'on passe progressivement de l'un des constituants à l'autre par l'intermédiaire de la sorbite.

M. Benedicks, dont les travaux sont d'une précision et d'une méthode remarquables, a donné, à la dernière réunion (25 septembre 1905) de l'*Iron and Steel Institute*, une conception qui nous semble fort plausible de la troostite; il la regarde comme une émulsion de la cémentite. Lorsqu'on passe de la troostite à la martensite, le changement est brusque, et il n'est pas douteux que l'on se trouve en présence d'une solution de carbone dans le fer.

Mais, dans les aciers ordinaires (comme d'ail-

leurs dans certains aciers spéciaux, notamment ceux au nickel et au manganèse), il semble que le passage de la martensite à l'austénite est progressif: les aiguilles de martensite, d'abord très fines lorsque la température de trempe est juste au-dessus du point de transformation, deviennent de plus en plus grossières au fur et à mesure que cette température augmente.

Quant à l'austénite, elle paraît bien devoir être la forme stable à chaud de tous les aciers, forme que l'on ne peut généralement maintenir à la température ordinaire.

On voit qu'il y a encore une certaine imprécision dans la définition de quelques constituants; on sait, d'ailleurs, qu'une Commission internationale procède à des essais très importants, sous le patronage de la *Société Française d'encouragement pour l'Industrie Nationale*, de la *Société d'Encouragement de Berlin* et du *National Physical Laboratory* de Londres.

Mais, d'ores et déjà, l'examen micrographique des alliages fer-carbone donne, au point de vue industriel, des renseignements du plus haut intérêt; nous les indiquerons en quelques lignes.

3. *Conclusions que l'on peut tirer d'une observation micrographique d'aciers ordinaires.* — Rappelons d'abord que les réactifs à utiliser sont :

1° L'acide pierique (solution alcoolique à 5 %), qui permet de différencier la perlite, la troostite et la sorbite (Igwsky);

2° Le picrate de soude en solution sodique (25 % soude caustique + 2 % acide pierique) à la température de l'ébullition, permettant de caractériser la cémentite libre, qu'il colore en noir (H. Le Châtelier);

3° La solution d'acide azotique (à 4 %) dans l'alcool amylique, qui colore d'abord la troostite et la sorbite (5 à 7 minutes), ensuite l'austénite, (très légèrement après 10 min., très fortement après 55 min.); la martensite n'est teintée en jaune qu'après une heure; la cémentite est toujours blanche;

4° Le réactif formé de : une partie alcool amylique, une partie alcool éthylique, une partie alcool méthylique, une partie de solution à 4 % d'acide nitrique dans l'anhydride acétique. Il ne colore que la troostite et la troosto-sorbite.

Les différents cas qui peuvent se présenter sont les suivants :

1° On est en présence de perlite et de ferrite. On peut affirmer que l'acier renferme moins de 0,850 % de carbone et l'on peut, avec quelque habitude, déterminer le carbone à 0,100 % près.

Dans le cas d'un acier extra-doux, on notera la grosseur de la ferrite, la plus ou moins grande

netteté des polyèdres, qui ont une relation directe avec la fragilité; on remarquera si l'acier renferme des scories, qui apparaissent avant tout polissage et que l'on peut aisément distinguer; on examinera si l'acier est surchauffé, brûlé, etc...

Ici se place une remarque de la plus haute importance : si l'on examine un acier brut de forge, on se trouve souvent en présence non de perlite, mais de sorbite; le temps d'attaque nécessaire pour l'apparition du constituant noir permet d'élucider ce point. On ne peut alors déterminer la teneur approximative en carbone sans opérer un recuit suivi d'un refroidissement lent.

Enfin, il arrive souvent que la perlite est rangée en bandes parallèles; un acier présentant cette structure est toujours fragile.

2° L'examen micrographique décèle perlite et cémentite. On peut affirmer que l'acier renferme plus de 0,850 % de carbone. La quantité de cémentite libre, que l'on décèle aisément au picrate, permet de préciser la teneur en carbone.

3° On se trouve en présence de martensite.

En admettant que l'on examine un acier au carbone et non un acier renfermant nickel, manganèse ou chrome, on peut affirmer que l'acier est trempé.

La plus ou moins grande facilité d'attaque ou de coloration de la martensite donne des renseignements sur la teneur en carbone; de plus, si les aiguilles sont très fines, l'acier a été trempé dans le voisinage du point de transformation; si elles sont plus grossières, la température de trempe a été trop élevée. On est conduit à la même conclusion si l'on se trouve en présence d'austénite, ce qui n'est pas un cas industriel.

On a bien soin de noter les autres constituants qui peuvent accompagner la martensite, ainsi que leur situation : si l'on trouve de la ferrite en même temps que de la martensite, on est en présence d'un acier hypoeutectoïde trempé à trop basse température; si l'on rencontre de la cémentite, c'est un acier hypereutectoïde. Il est, d'ailleurs, facile et généralement nécessaire de compléter le premier examen par une observation sur produit recuit, laquelle permettra de déterminer approximativement la teneur en carbone et les propriétés mécaniques du produit primitif.

Il est nécessaire de faire remarquer que, dans les aciers trempés, on se trouvera rarement en présence de martensite pure, surtout dans les grosses pièces; on aura généralement de la troostite, de la sorbite; la situation et l'importance de ces constituants donneront des indications du plus haut intérêt : c'est ainsi qu'une pièce, une cuvette de roulement, par exemple, qui, après trempe, renfermerait de la troostite sur les bords, donne-

rait assurément à l'usage de très mauvais résultats; de même, un arbre cimenté trempé, qui, après tous traitements, laisserait voir au microscope de la cémentite libre, surtout si elle est aciculaire, serait absolument à rejeter à cause de la fragilité de la couche superficielle.

Les exemples pourraient être multipliés; mais le cadre de cette étude ne nous permet pas de nous étendre davantage. Les cas que nous venons de citer démontrent suffisamment le haut intérêt que présente pour le constructeur et le mécanicien l'examen micrographique.

§ 2. — Aciers spéciaux.

Nous ne parlerons que des aciers spéciaux ternaires, c'est-à-dire des alliages de fer, de carbone et d'un troisième élément.

Il nous est impossible d'étudier ici en détail la constitution des aciers spéciaux. Nous renverrons aux différents Mémoires que nous avons publiés sur cette importante question¹, et nous nous contenterons de donner les principales conclusions auxquelles nous avons été conduit.

Remarquons que la constitution dépend toujours de la teneur en éléments spéciaux.

1. *Aciers au Nickel.* — Nous n'avons étudié que des aciers renfermant moins de 0,850 % de C.

Les constituants des aciers au nickel normaux² (fig. 12 à 14) sont : la ferrite, la perlite, la martensite, la troosto-sorbite, le fer γ .

Le tableau suivant résume la constitution de ces alliages :

TABLEAU I. — *Constitution des aciers au nickel.*

CLASSES	MICROGRAPHIES	ACIERS A 0,120 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < \text{Ni} < 10$	$0 < \text{Ni} < 5$
2	Martensite ou troosto-sorbite	$10 < \text{Ni} < 27$	$5 < \text{Ni} < 15$
3	Fer	$27 < \text{Ni}$	$15 < \text{Ni}$

La troosto-sorbite ne se produit que dans les aciers renfermant plus de 0,400 de C.

2. *Aciers au Manganèse.* — Les constituants de ces aciers sont les mêmes que ceux des aciers au nickel; il faut ajouter seulement la troostite.

La troostite se produit dans les aciers à teneur

en carbone supérieure à 0,500; on a tout d'abord des mélanges de troosto-sorbite et de martensite, puis de la troostite et de la martensite, enfin de la

TABLEAU II. — *Constitution des aciers au manganèse.*

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < \text{Mn} < 5$	$0 < \text{Mn} < 3$
2	Martensite ou troostite	$5 < \text{Mn} < 12$	$3 < \text{Mn} < 7$
3	Fer	$12 < \text{Mn}$	$7 < \text{Mn}$

troostite pure ou même de la troostite et de la cémentite.

3. *Aciers au Chrome.* — Les constituants des aciers au chrome (fig. 15 à 17) sont : la ferrite, la perlite, la martensite, la troosto-sorbite et la troostite, puis un carbure double qui paraît avoir une composition variable.

TABLEAU III. — *Constitution des aciers au chrome.*

CLASSES	MICROGRAPHIES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < \text{Cr} < 7$	$0 < \text{Cr} < 3$
2	Martensite ou troostite	$7 < \text{Cr} < 15$	$3 < \text{Cr} < 10$
3	Martensite ou troostite + carbure	$15 < \text{Cr} < 20$	$10 < \text{Cr} < 8$
4	Carbure	$20 < \text{Cr}$	$18 < \text{Cr}$

Le carbure donne des colorations foncées par le picrate de soude, si la teneur en chrome est faible, il reste incolore si la teneur en chrome est très élevée.

4. *Aciers au Tungstène.* — Les constituants des aciers au tungstène (fig. 18) sont : la ferrite, la perlite et un carbure double qui paraît varier de composition avec la teneur en tungstène.

TABLEAU IV. — *Constitution des aciers au tungstène.*

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < \text{Tu} < 10$	$0 < \text{Tu} < 5$
2	Carbure	$10 < \text{Tu}$	$5 < \text{Tu}$

5. *Aciers au Molybdène.* — Les constituants des aciers au molybdène sont semblables à ceux des aciers au tungstène.

¹ L. GUILLET : *Les aciers spéciaux* (2 volumes, Vve Dunod, éditeur). — Conférences faites au Congrès de Métallurgie de Liège (Juillet 1905). — *Revue de Métallurgie*, 1904 et 1905.

² Il faut entendre par acier normal un acier qui, porté à 900°, est refroidi lentement.

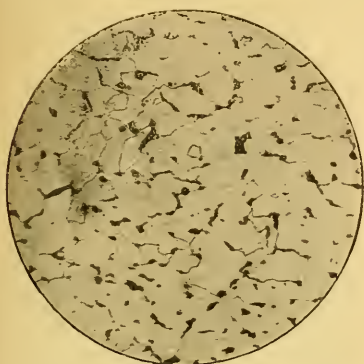


Fig. 12. — *Acier au nickel perlitique* ($C=0,120$; $Ni=2$). —
Attaque à l'acide picrique. ($G=300$ d.)

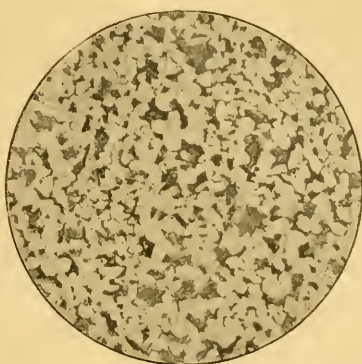


Fig. 15. — *Acier au chrome perlitique* ($C=0,200$; $Cr=4,5$). —
On notera le grain fin de la ferrite. Attaque à l'acide
picrique. ($G=200$ d.)



Fig. 13. — *Acier au nickel martensitique* ($C=0,120$; $Ni=15$). —
Attaque à l'acide picrique. ($G=300$ d.)

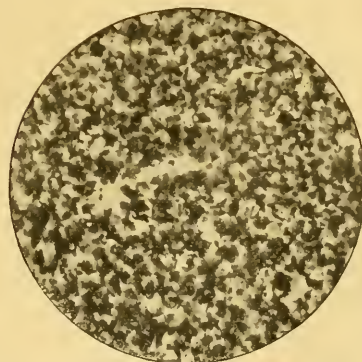


Fig. 16. — *Acier au chrome à troostite* ($C=0,800$; $Cr=7,3$). —
Attaque à l'acide picrique. ($G=200$ d.)



Fig. 14. — *Acier au nickel polyédrique* ($C=0,800$; $Ni=25$). —
On notera les plans de clivage des polyèdres. Attaque
à l'acide picrique. ($G=300$ d.)

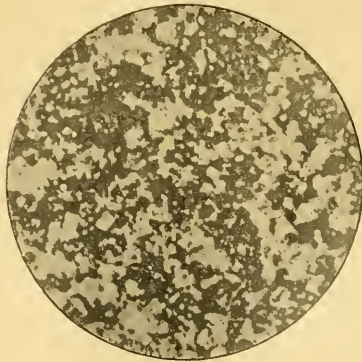


Fig. 17. — *Acier au chrome à carbure*. ($C=1,300$; $Cr=40,2$). —
Attaque à l'acide picrique. ($G=200$ d.)

TABLEAU V. — *Constitution des aciers au molybdène.*

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < Mo < 2$	$0 < Mo < 1$
2	Carbure	$2 < Mo$	$1 < Mo$

6. *Aciers au Vanadium.* — Les constituants des aciers au vanadium (fig. 19) sont : la ferrite, la perlite, et un carbure dont la nature n'est pas précisée. Il existe ici un groupe intermédiaire important.

TABLEAU VI. — *Constitution des aciers au vanadium.*

CLASSES	MICROSTRUCTURES	ACIERS A 0,200 C.	ACIERS A 0,800 C.
1	Perlite	$0 < Va < 0,7$	$0 < Va < 0,5$
2	Perlite et carbure	$0,7 < Va < 3$	$0,5 < Va < 7$
3	Carbure	$3 < Va$	$7 < Va$

On voit qu'il faut d'autant plus de vanadium, pour que tout le carbone soit à l'état de carbure, que la teneur en cet élément est plus élevée.

7. *Aciers au Silicium.* — Les constituants des aciers au silicium (fig. 20 et 21) sont : la ferrite, la perlite, le graphite et des siliciures Fe^3Si , $FeSi$, $FeSi^2$, qui n'apparaissent que pour des teneurs en silicium élevées. La constitution est sensiblement indépendante de la teneur en carbone.

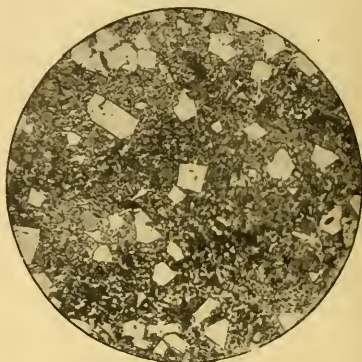
TABLEAU VII. — *Constitution des aciers au silicium.*

CLASSES	MICROSTRUCTURES	TENEUR EN SILICIUM
1	Perlite	$0 < Si < 5$
2	Perlite et graphite	$5 < Si < 7$
3	Graphite	$7 < Si$

8. *Aciers à l'Aluminium.* — Ici nous nous trouvons en présence d'un phénomène spécial. L'aluminium entre en solution dans le fer, et cette solution dissout mal le carbure de fer, de telle sorte que, la teneur en aluminium allant en augmentant, la perlite forme des amas de plus en plus compacts, qui finissent par se rapprocher beaucoup de la sorbite ou de la troosto-sorbite.

9. *Aciers au Cobalt, au Titane et à l'Étain.* — Les aciers au cobalt sont tous perlitiques, du moins jusqu'à 30 % de cobalt ; ce métal ne joue donc pas le même rôle que le nickel. — Les aciers au titane

sont également perlitiques, au moins jusqu'à 10 % de titane. — Il en est de même des aciers à l'étain ; mais, à partir de 5 %, on distingue dans la ferrite un corps dur, qui doit être un stannure de fer.

Fig. 18. — *Acier au tungstène à carbure* (C=0,867 ; Tu=39,96). — *Attaque à l'acide picrique.* (G=200 d.)

10. *Remarques générales. Classification. Comparaison.* — On voit qu'en somme tous les aciers spéciaux ternaires renfermant moins de 0,830 de carbone se ramènent aux types suivants : Aciers perlitiques ; — Aciers martensitiques ou à troostite ; — Aciers à fer γ ; — Aciers à carbure ; — Aciers à graphite.

Quelques remarques intéressantes s'imposent : le nickel et le manganèse agissent de même façon

Fig. 19. — *Acier au vanadium à carbure* (C=0,120 ; Va=10,27). — *Attaque à l'acide picrique.* (G=200 d.)

sur les aciers, en produisant de la martensite et du fer γ .

On remarque, de plus, que, lorsque la teneur en carbone est assez élevée, la dissolution du carbone devient plus difficile et qu'on se trouve en présence

de troosto sorbite ou de troostite. Le chrome joue le rôle intermédiaire entre le nickel ou le manganèse et le tungstène ou le molybdène; il produit bien de la martensite ou de la troostite, mais il

relation qui existe entre la constitution et les propriétés mécaniques.

a) *Acier perlitique*. On ne peut généralement pas se prononcer sur les qualités mécaniques et les applications d'un tel acier, car le microscope ne décèle pas le corps ajouté. Un acier perlitique peut être excellent (nickel, chrome, silicium, etc...) pour de nombreux usages et n'être susceptible, dans d'autres cas, d'aucune application (étain). Avec une grande habitude du microscope, on peut quelquefois, sinon affirmer, du moins prévoir quelques résultats intéressants:

Un acier au nickel a toujours la perlite très déliée; un acier au chrome contenant au moins 1% de chrome a des grains de ferrite très resserrés.

b) *Acier martensitique*. On peut affirmer que l'acier est à haute charge de rupture, haute limite élastique, qu'il est très difficile à travailler et généralement fragile.

Les aciers à troostite ont sensiblement les mêmes propriétés, cependant un peu atténuées.

c) *Acier à fer γ* . Les aciers polyédriques ont, à l'état recuit ou trempé, une limite élastique basse, des allongements extrêmement élevés, une résistance au choc remarquable.

d) *Acier à carbure*. Les aciers à carbure ont des propriétés assez variables. Un œil exercé peut reconnaître un acier au chrome (grains ronds), un acier au tungstène ou au molybdène (filaments fins), un acier au vanadium (grains triangulaires).

Les aciers au chrome à carbure double ont une charge de rupture et des limites élastiques plutôt basses; ils possèdent de belles strictions et des allongements moyens; ils ont une faible dureté et sont très fragiles.

Les aciers au tungstène ou au molybdène à carbure ont des charges de rupture élevées, et cela d'autant plus que la teneur en carbone est élevée; mais cette charge est à peu près indépendante de la teneur en tungstène; les allongements sont faibles, la résistance au choc est toujours de 6 kilogrammètres.

Les aciers au vanadium renfermant des grains de carbure sont fragiles et ne présentent aucun intérêt.

e) *Acier à graphite*. Si l'acier renferme du graphite, il est très fragile et ne peut avoir aucune application.

Ces renseignements montrent d'une façon très nette le très gros intérêt que présente l'observation micrographique des aciers spéciaux. Si, au lieu de parler seulement des aciers normaux, nous pouvions traiter la question de l'influence des différents traitements, nous verrions qu'à ce point de vue la métallographie est plus utile encore et que seule elle permet de suivre la succession des transfor-

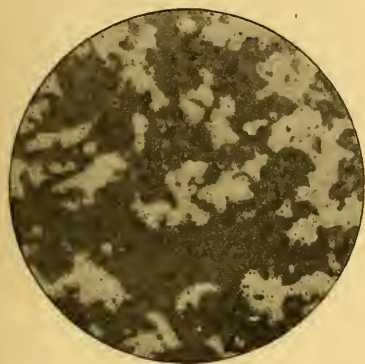


Fig. 20. — Acier au silicium à perlite et à graphite (C=0,277; Si=5,12). — Attaque à l'acide picrique. (G=200 d.)

donne, pour des doses élevées, un carbure double.

On notera, enfin, que le tungstène et le molybdène agissent de même façon, mais le dernier de ces deux métaux a une action bien plus violente.

11. *Relations qui existent entre la constitution et les propriétés mécaniques. Importance de l'examen micrographique des aciers spéciaux.* — Un rapide examen micrographique permettra de déterminer

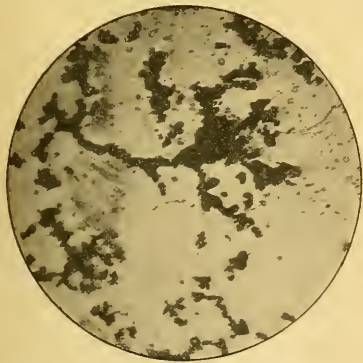


Fig. 21. — Acier au silicium à graphite (C=0,944; Si=5,54). Recuit à 900° pendant 6 heures. Sans attaque. (G=200 d.)

auquel des types définis ci-dessus appartient l'acier observé.

Il nous faut maintenant savoir quelles conclusions on peut tirer de la microstructure obtenue; pour cela, il nous faut examiner rapidement la

mations que peuvent subir certains produits par trempe, recuit, écrouissage, refroidissement, toutes questions sur lesquelles nous avons insisté à maintes reprises et qui ne peuvent trouver place ici.

III. — ALLIAGES DE CUIVRE.

§ 1. — Bronzes ordinaires.

On sait que les bronzes sont des alliages cuivre-étain. MM. Heycock et Neville ont publié en 1903, dans les *Philosophical Transactions*, un Mémoire extrêmement remarquable, qui peut être donné comme un modèle de recherches sur la constitution de ces alliages.

Nous nous contenterons de reproduire ici ce qui a trait aux alliages industriels, c'est-à-dire ceux renfermant plus de 50 % de cuivre.

Le diagramme que nous donnons (fig. 22) est celui de MM. Heycock et Neville, revu tout dernièrement par M. Shepherd, savant américain, dont les recherches sur les alliages, déjà fort nombreuses, sont d'une précision remarquable.

On y voit figurer six constituants : α , β , γ , δ , Cu_2Sn et H.

Les caractéristiques de ces constituants sont les suivantes :

α est formé par des solutions isomorphes avec le cuivre pur et renfermant de 0 à 9 % d'étain. Le

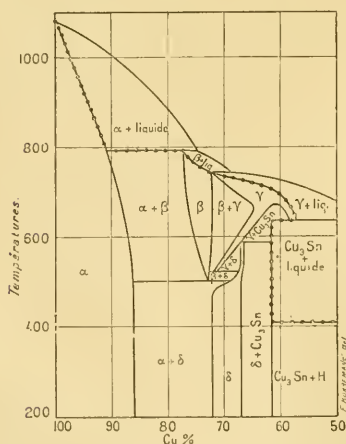


Fig. 22. — Diagramme de solidification des bronzes de MM. Shepherd et Upton.

chlorure ferrique en solution chlorhydrique le noircit, tandis que β reste intact ;

β est constitué par des solutions solides contenant de 22,5 à 27 % d'étain ;

γ correspond à des solutions solides dont la

teneur en étain varie de 28 à 37 % d'étain. L'acide chlorhydrique attaque β et respecte γ ;

δ , que MM. Heycock et Neville ont regardé comme le composé Cu_2Sn , est une solution solide.

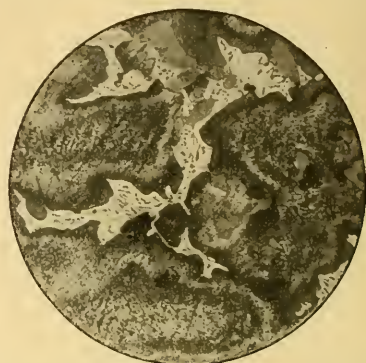


Fig. 23. — Bronze industriel ($\text{Cu} = 84$; $\text{Sn} = 14$; $\text{Zn} = 2$). — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. ($G = 200 \times$)

L'oxydation à chaud colore δ en brun, tandis que Cu_2Sn reste intact ;

Il est une solution dont la composition est très voisine de Cu_2Sn .

Ce constituant résiste mieux que tous autres aux réactifs indiqués et même à l'oxydation par l'air.

L'observation micrographique d'un bronze ordinaire (fig. 23) permet donc de dire :

1° Quel traitement il a subi, s'il a été trempé, refroidissement, etc... ;

2° Après recuit, quelle est approximativement la teneur en cuivre et, par conséquent, quelles sont ses applications.

§ 2. — Bronzes spéciaux.

La question des bronzes spéciaux n'a pas été étudiée. Nous examinerons tout à l'heure celle des laitons spéciaux ; nous tenons seulement à faire remarquer qu'une étude semblable doit être faite sur des bronzes spéciaux ; nous l'avons déjà commencée, nous espérons la conduire rapidement à bonne fin.

Disons aussi que, dans les bronzes au plomb (fig. 24), le plomb garde sa personnalité et que, s'il entre en solution, c'est en très faibles quantités.

§ 3. — Laitons ordinaires.

Leur constitution vient d'être fixée par M. Shepherd. Les alliages de cuivre et de zinc industriels, renferment entre 100 et 54 % de cuivre. Leur constitution est la suivante :



Fig. 24. — *Bronze industriel* (Cu = 87,3; Sn = 9,13; Zn = 2,25; Pb = 1,32. — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. (G = 50 d.)



Fig. 27. — *Laiton* (Cu = 58; Zn = 42. *Solution α + solution β (noire)*. — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. G = 50 d.

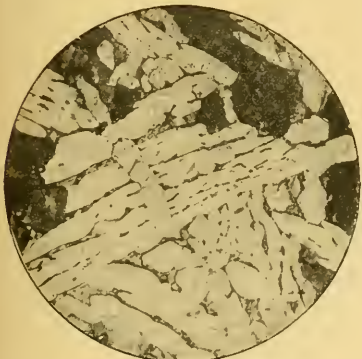


Fig. 25. — *Laiton* (Cu = 62; Zn = 38). *Solution α + un peu de solution β (noire)*. — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. (G = 50 d.)

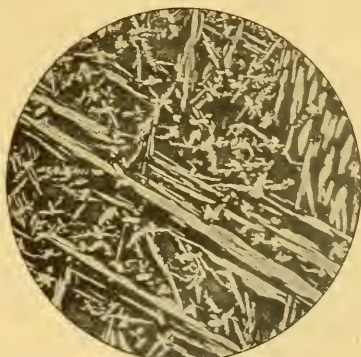


Fig. 28. — *Laiton* (Cu = 56,5; Zn = 43,5. *Solution α + solution β (noire)*. — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. G = 50 d.

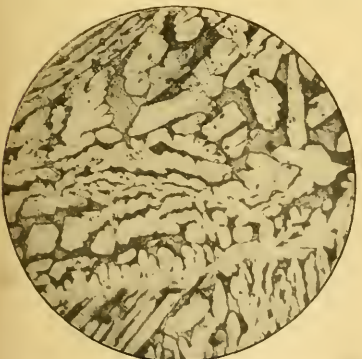


Fig. 26. — *Laiton* (Cu = 60; Zn = 40. *Solution α et solution β (noire)*. — Cette dernière croît lorsque le zinc augmente. Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. (G = 50 d.)

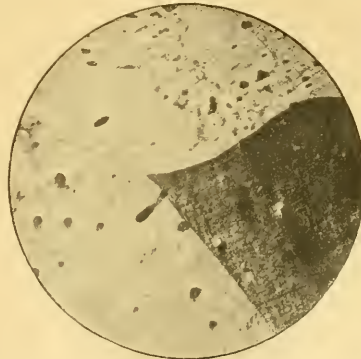


Fig. 29. — *Laiton* (Cu = 54,7 à 51; Zn = 45,3 à 49. *Solution β pure*. — Attaque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre. G = 50 d.)

TABLEAU VIII. — *Constitution des laitons ordinaires.*

COMPOSITION DE L'ALLIAGE	CONSTITUTION
100 < Cu < 63	α
63 < Cu < 34	$\alpha + \beta$
34 < Cu < 31	β

α et β sont deux solutions solides dont les degrés de concentration sont donnés dans le tableau précédent.

Un point particulier intéressant est le suivant :

Au point de vue laminage et martelage, les laitons industriels se divisent en deux catégories :

Les laitons susceptibles d'être laminés à chaud, qui renferment de 55 à 62 ou 63 % de cuivre ;

Les laitons qui peuvent être laminés à froid, contenant plus de 61 % de cuivre.

Les laitons forgeables à chaud renferment donc le constituant β , qui en est, au contraire de ce que l'on a cru jusqu'ici, l'élément caractéristique.

Entre 54 et 63 % de cuivre, il est aisé de déterminer d'une façon suffisamment approximative la teneur en cuivre (à 0,5 % près), la quantité de α contenue dans le laiton étant d'autant plus faible que la teneur est plus rapprochée de 54 %. Une série de photographies (fig. 25 à 29) prouve nettement que, pour ces alliages, l'examen micrographique peut se substituer à l'analyse chimique, lorsqu'on ne tient qu'à un renseignement approximatif.

§ 4. — Laitons spéciaux.

Les laitons spéciaux, laitons à l'aluminium (fig. 30), au manganèse, à l'étain, etc., ont une très grande importance industrielle ; ils sont vendus sous le nom de *bronzes malléables* à haute résistance.

L'addition d'un corps autre que le zinc et le cuivre a surtout pour effet d'élever la limite élastique, qui a des valeurs extrêmement faibles dans les laitons ordinaires.

Nous avons cherché à déterminer la constitution des laitons spéciaux ; nous donnerons la loi générale que nous avons été conduit à établir.

Lorsque, dans un alliage cuivre-zinc industriel, on ajoute un corps étranger, ce corps commence par se dissoudre dans la ou les solutions en présence desquelles il se trouve ; lorsqu'il les a saturées, il forme un constituant spécial (combinaison ou solution), qui est *toujours* nuisible aux propriétés mécaniques des laitons, même lorsqu'il est en quantités très faibles ; il amène une diminution très grande dans les allongements et une énorme fragilité. Lorsque l'élément se dissout dans la ou les

solutions qui préexistent dans les alliages cuivre-zinc, il a pour effet d'amener l'alliage à un titre fictif, que détermine le microscope lorsqu'il est compris entre 54 et 63 % de cuivre, et qui, en de nombreux cas, diffère très nettement du titre réel que donne l'analyse.

Considérons un alliage renfermant A % de cuivre. Si l'on substitue à q % de zinc q % d'un autre élément, et si l'on admet que 1 % de cet élément joue dans l'alliage le même rôle que t % de zinc (les proportions de l'alliage étant ramenées à 100), on obtient un alliage dont le titre fictif en cuivre est A' % ; on établit aisément que la relation qui existe entre A' et A est la suivante :

$$A' = \frac{100A}{100 + q(t-1)}.$$

Si l'on étudie les variations de A' avec les quantités q d'éléments étrangers incorporés, on voit que la loi est hyperbolique.

Nous avons déterminé la valeur du coefficient d'équivalence t pour un certain nombre de métaux ; nous citerons :

Aluminium	6
Silicium	10
Manganèse	0,5

Mais il y a un certain nombre de corps pour lesquels il est matériellement impossible de déterminer le coefficient d'équivalence ; des traces de ces corps étant seules susceptibles de se dissoudre dans les solutions α et β , le reste se sépare à l'état de combinaison ou de solution. De tels résultats ont été obtenus avec l'étain, le phosphore, l'antimoine, le magnésium.

On remarquera qu'enfin, lorsque l'on a $t < 1$, il s'ensuit A' > A.

Le titre fictif est alors supérieur au titre réel.

L'importance de la métallographie est ici de tout premier ordre ; en effet, elle permet de déterminer le titre fictif de l'alliage dont le produit considéré se rapproche comme propriétés et utilisation.

Nous renverrons, pour plus de détails, au Mémoire publié à ce sujet en mai dans la *Revue de Métallurgie*.

IV. — ANTIFRICTIONS.

Parmi les antifrictions industriels, deux classes sont particulièrement répandues. Ce sont :

- 1° Les alliages plomb-étain-antimoine, qui sont aussi utilisés comme caractères d'imprimerie ;
- 2° Les alliages cuivre-étain-antimoine.

Leur microstructure (fig. 31 à 33) a été étudiée en détails par M. Charpy¹.

¹ Contribution à l'étude des alliages métalliques. Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.



Fig. 30. — Laiton à l'aluminium (Cu = 70; Al = 5; Zn = 25).
Même structure que le laiton (Cu = 60; Zn = 40). — At-
taque à la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre.
(G = 50 d.)

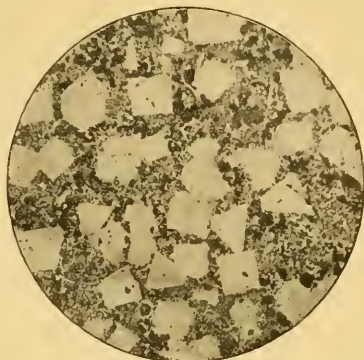


Fig. 33. — Antifriction industriel formé de plomb, étain,
antimoine, pour fortes charges. — Attaque à l'acide chlor-
hydrique. (G = 50 d.)



Fig. 31. — Antifriction industriel (Sn = 82,22; Sb = 11,36;
Pb = 0,77; Cu = 5,58). Cubes de SbSn. Aiguilles de Cu₃Sn.
— Attaque à l'acide chlorhydrique. (G = 200 d.)

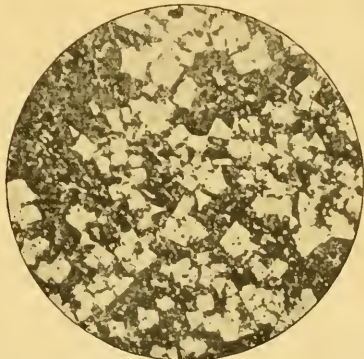


Fig. 34. — Antifriction industriel formé de plomb, étain,
antimoine, pour charges moyennes. — Attaque à l'acide
chlorhydrique. (G = 50 d.)



Fig. 32. — Antifriction industriel (Sn = 83,3; Sb = 11,1;
Cu = 5,5). Cubes de SbSn. Aiguilles de Cu₃Sn. — Attaque
à l'acide chlorhydrique. (G = 200 d.)

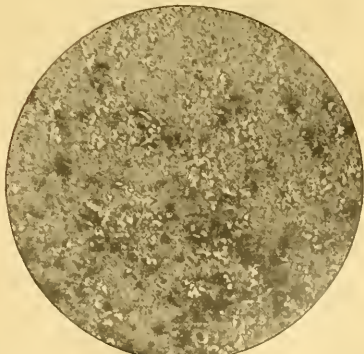


Fig. 35. — Antifriction industriel formé de plomb, étain,
antimoine, pour charges faibles. — Attaque à l'acide
chlorhydrique. (G = 50 d.)

Nous rappellerons que les premiers sont formés de cristaux de $SbSn$ entourés d'eutectique dans lequel se trouve le plomb. Les cubes $SbSn$ forment un corps dur enlâssé dans l'eutectique plastique.

La charge que peut supporter un antifriction plomb-étain-antimoine est sensiblement proportionnelle à la surface occupée par les cristaux durs.

Dans les alliages cuivre-étain-antimoine, on se trouve en présence de deux corps durs : les cubes $SbSn$, des aiguilles Cu^3Sn .

Nous donnons (fig. 33 à 35) les micrographies de trois antifrictions d'une même marque industrielle : le premier est destiné à des charges élevées, le second à des charges moyennes, le troisième à des charges faibles et à de grandes vitesses. Les cubes ont presque totalement disparu dans le dernier alliage.

On voit encore les services que peut rendre la micrographie dans l'étude des antifrictions.

V. — CONCLUSIONS.

La place que nous pouvions donner à cette étude ne nous permettait pas d'examiner le rapport qui existe entre les propriétés mécaniques et la structure d'un certain nombre d'alliages, intéressants cependant pour l'industrie, notamment les

alliages cuivre-aluminium, que nous avons étudiés en détail (*Revue de Métallurgie*, août 1905), fer-cuivre, fer-phosphore, cuivre-manganèse, cuivre-phosphore, cuivre-silicium, aluminium-magnésium, aluminium-manganèse, etc.¹.

Nous pensons que les exemples que nous avons cités dans la seconde partie de ce travail sont assez frappants pour montrer l'intérêt industriel réel que présente cette nouvelle méthode d'investigation qu'est la métallographie microscopique.

Elle a rapidement franchi le seuil du laboratoire de recherches ou d'enseignement pour entrer dans le laboratoire industriel, et l'on peut affirmer qu'elle y rend déjà d'importants services.

Il n'est pas douteux que, dans quelques années, la micrographie sera jugée, dans toute usine produisant ou utilisant les métaux et les alliages, d'une nécessité aussi absolue que l'analyse chimique ou la détermination des diverses propriétés mécaniques. Elle aura, sur ces dernières méthodes, les avantages considérables d'un coût peu élevé et d'une plus grande rapidité d'exécution, et, si elle ne parvient pas à les remplacer entièrement, du moins en sera-t-elle le complément nécessaire.

Léon Guillet,

Docteur ès sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LA SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DU SYSTÈME ALPIN

Les phénomènes de charriage du bord septentrional des Alpes, de l'Arve à Salzbourg, ainsi que ceux des Alpes delphino-provençales, — phénomènes que nous avons étudiés dans un précédent article¹, — ont été signalés récemment dans de nombreuses régions faisant partie du système alpin. En 1902², M. Lugeon étendait à toutes les Alpes suisses la structure en « nappes empilées » constatée par lui dans le Chablais. L'année suivante, il appliquait les mêmes conclusions aux chaînes carpathiques, où des plis couchés cherchent à couvrir leur avant-pays. « C'est par de grandes vagues successives, écrivait-il, cherchant à se hisser les unes sur les autres, que ce gigantesque mouvement a dû s'accomplir³. » En 1904, le même

auteur, avec la collaboration de M. Haug⁴, démontrait que, dans les Alpes calcaires, aux environs de Halstatt, il existe quatre nappes superposées, chacune d'elles étant caractérisée par des facies spéciaux du Trias et du Lias, ainsi que par la localisation de certains termes de la série mésozoïque. Toute cette région du Salzkammergut est comme hachée par des failles verticales postérieures aux charriages, et ces accidents masquent souvent la structure fondamentale du pays.

Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences de Paris, M. Termier⁵ annonçait en 1903 que le massif cristallin des Hohe Tauern, dans les Alpes orientales, — massif long de 85 kilomètres, large de 15 à 18, comprenant le Gros Venediger et les hauts sommets du Zillertal, — ne vient au jour que grâce à une déchirure, à une *fenêtre* (cette expres-

¹ J. RÉVIL : Les Grandes nappes de recouvrement des Alpes françaises. *Revue générale des Sciences*, t. XIII, n° 21, p. 1067, 1902.

² M. LUGEON : Les Grandes dislocations et la naissance des Alpes suisses. *Eclogae geologicae Helveticae*, t. VII, n° 4, p. 335, 1902.

³ M. LUGEON : Les nappes de recouvrement de la Talra et l'origine des Klippes des Carpathes. *Bull. Soc. Vaudoise Sc. nat.*, t. XXXIX, p. 17, 1903.

⁴ Se reporter au *Traité industriel des alliages métalliques*. Dunod et Pinat, éditeurs.

⁵ E. HAUG et M. LUGEON : Sur l'existence dans le Salzkammergut de quatre nappes de charriage superposées. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXXIX, p. 896, nov. 1904.

⁶ P. TERMIER : Sur la structure des Hohe Tauern. *C. R. Acad. des Sc.*, t. CXXXVII, p. 875, nov. 1903.

sion est de M. Suess) ouverte dans un système de « nappes de recouvrement », et que le massif cristallin semble être lui-même la carapace d'une nappe inférieure totalement enterrée.

L'année suivante¹, le même auteur pouvait démontrer encore que les Alpes du Tyrol septentrional, au nord de l'axe des Hohe Tauern, sont constituées par un paquet de nappes, et que les régions de l'Ortler et du Brenner sont formées par un empilement semblable.

Tout récemment (mai 1905), MM. Lugeon et Argand² ont fait voir que quatre grandes nappes de recouvrement superposées s'étendent, dans les Alpes cristallines de la zone du Piémont, entre Bonneval-sur-Arc (Savoie) et le Simplon, où apparaissent, en outre, trois nappes plus profondes. Ils ont annoncé, cette année même³ (avril 1906), qu'une grande nappe de recouvrement, plus ou moins compliquée par des digitations ou des nappes secondaires, s'étend sur la Sicile occidentale.

M. Kilian (*C. R. des Coll.*, 1906) a montré que la structure de la Provence s'explique tout naturellement par des phénomènes analogues.

Enfin, d'après M. Robert Douvillé⁴, les chaînes subbétiques — qui font partie du régime des plis alpins — joueraient également, entre le bas pays et le massif cristallin de la Sierra Nevada, un rôle analogue à celui des Préalpes suisses, entre la plaine molassique et les hautes chaînes calcaires de Suisse et de Savoie.

Le présent article a pour objet d'exposer, comme résumé de ces divers travaux, la synthèse géologique du système alpin.

I

Un trait caractéristique de la structure de la chaîne alpine est le déplacement horizontal de couches diverses « s'escaladant » les unes les autres vers le bord externe du massif. Ce sont là des faits admis aujourd'hui par la majorité des géologues et devant être considérés comme acquis à la science⁵.

Cela établi, cherchons à distinguer dans les Alpes ce qui est *pays de nappes*⁶ et ce qui est *pays autochtone*

La Suisse, comme nous l'avons dit, est presque tout entière pays de nappes. Toutes les Hautes-Alpes calcaires qui s'étendent, formant le front de la chaîne, du lac de Thoune au Sentis, sont des montagnes charriées. Aux environs d'Interlaken, M. Douvillé⁷ reconnaît trois unités tectoniques : a) un système inférieur en place, formant une série de dômes de hauteurs inégales (Saint-Beatemberg, Waldegg, Buchholz Kopf), souvent découpé par des failles et partiellement effondré; b) un grand pli couché supérieur, charrié du Sud et de structure complexe, paraissant formé de plusieurs plis ou nappes successives, dont les têtes s'échelonnent vers le Nord-Ouest (Rothorn, Morgenberghorn, Dreispitz, Bachfluh); c) une nappe disloquée et laminée intercalée entre les deux systèmes précédents.

Entre les massifs du Mont-Blanc et du Finsteraarhorn, M. Lugeon croit pouvoir compter huit nappes superposées. Que resterait-il sur le versant nord des Alpes suisses, se demande-t-il, de plis autochtones? La chaîne du Pilate et ses ramifications jusqu'au Sentis, de même que les montagnes à faciès helvétique limitées au Sud par la vallée de Klöntal, le Prigel, sembleraient seules en place. L'ensemble de la plus grande partie des chaînes a donc subi un mouvement intense vers l'avant-pays molassique, en exceptant toutefois les anciens massifs hercyniens de la première zone⁸. La cause première de ces mouvements, conclut le professeur de Lausanne, doit être attribuée à l'effort tangentiel, ayant provoqué la formation, puis la marche vers le Nord, de grandes nappes successives.

Dans les Alpes delphino-savoisiennes, sur le bord externe de la chaîne, les plis autochtones ont un grand développement. Si l'on excepte les montagnes du Chablais et le synclinal du Reposoir, où se trouvent les Klippes de Sulens et des Annes, toutes les chaînes subalpines sont en place. Les dislocations les plus énergiques sont de simples plis-failles, dont quelques-uns (massif de la Char treuse, environs de Chambéry) constituent de véritables « chevauchements⁹ ». A cette zone, il convient de rattacher les massifs cristallins des Aiguilles-Rouges, de Belledonne, de la Mure. Dans

¹ P. TERNIER : Sur la continuité des phénomènes tectoniques entre l'Ortler et les Hohe Tauern. *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXIX, p. 687, octobre 1904.

² M. LUGEON et S. ARGAND : Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont. *C. R. Acad. Sc.*, t. CXL, p. 1364, mai 1905.

³ Id. : Sur les phénomènes de charriage en Sicile. *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLII, 1906.

⁴ ROBERT DOUVILLÉ : Sur les Préalpes subbétiques au sud du Guadalquivir. *C. R. Acad. Sc.*, t. CXXXIX, p. 894, 1904.

⁵ MM. Steinmann et Uhlig, longtemps opposés à cette manière de voir, se sont récemment ralliés à cette nouvelle interprétation.

⁶ Rappelons que nous appelons *nappe* un pli couché qui, dans son déversement, atteint ou dépasse l'horizontale.

⁷ DOUVILLÉ : Observations géologiques dans les environs d'Interlaken. *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e s., t. XXVIII, p. 57, 1906.

⁸ On sait que M. Ch. Lory a divisé les Alpes occidentales en 4 zones : Première zone (= z. du Mont-Blanc ; Deuxième zone (= z. des Aiguilles d'Arves) ; Troisième zone (= z. Houillère) ; Quatrième zone (= z. du Piémont).

⁹ Il est intéressant de faire ressortir, écrit M. Kilian, que ce régime coïncide avec l'existence, à l'Est des chaînes subalpines, de massifs cristallins qui auraient opposé à la propagation de la poussée alpine une résistance efficace. (W. KILIAN : Les phénomènes de charriage dans les Alpes delphino-provençales. *C. R. IX^e Congrès géologique international*, Vienne, 1904).

les zones plus internes (environs de Moûtiers en Tarentaise, région du Grand-Galibier), les plis présentent une structure isoclinale imbriquée et sont déversés à l'Ouest. Ces plis sont probablement les racines d'anciennes nappes détruites par l'érosion.

En arrière du Mont-Blanc et dans la partie du massif s'étendant de la Tarentaise au Valais, MM. W. Kilian et P. Lory¹ ont observé la même structure. Ils y ont reconnu deux séries de brèches fort analogues à celles des lambeaux de charriage du bord externe des Alpes du Chablais et de la Suisse. Ils concluent à bon droit que « vraisemblablement l'origine d'une partie au moins de ces nappes à brèches exotiques doit être cherchée soit dans la zone des *racines* en question, située entre le Mont-Blanc et la grande bande houillère, plus ou moins métamorphique, qui court du Petit au Grand Saint-Bernard, soit dans le voisinage immédiat de cette zone ».

A l'Est et au Sud de la région isoclinale, on rentre dans un pays de nappes, où l'on reconnaît les traces indiscutables de dislocations d'une grande intensité; cette région de nappes comprend les massifs de l'Embrunais, du Briançonnais et de l'Ubaye. A la suite de recherches, poursuivies pendant de nombreuses années par MM. Haag et Kilian, ces savants sont arrivés à la conviction que la région des « Grès de l'Embrunais », située entre le massif du Pelvoux au Nord et celui du Mercantour au Sud-Est, « correspond à une partie des Alpes dans laquelle la zone des Aiguilles-d'Arves est charriée sur la zone du Mont-Blanc ». Ces phénomènes de recouvrement sont également dus à l'existence de plusieurs grands plis couchés superposés, formant des intercalations anticlinales dans les puissantes masses de Flysch de la région. Ce Flysch lui-même ne se trouve pas sur le Jurassique du soubassement en repos normal : il a été amené par un charriage, qui a entraîné dans sa marche de véritables *lambeaux de poussée*.

Quant à la zone du Briançonnais, elle serait à son tour charriée sur la zone des Aiguilles-d'Arves, et le maximum de charriage se trouverait dans le Briançonnais même².

On avait cru, jusqu'à l'année dernière, que la grande zone cristalline du Mont-Rose-Piémont était pays autochtone. Il n'en est rien; comme je l'ai dit plus haut, les recherches récentes de MM. Lugeon

et Argand sont venues démontrer que, dans la partie de cette zone comprise entre les vallées du Tessin et de l'Arc, il existe *sept* nappes superposées plus ou moins digitées et toutes déversées vers l'extérieur de l'arc alpin. Le massif de la Dent-Blanche est un lambeau de recouvrement taillé dans la plus élevée de ces nappes. M. Argand a pu y découvrir le *pli frontal*, et ce fait est d'une grande importance; car il fournit la preuve du transport vers la partie extérieure de la chaîne. En outre, le même auteur fait remarquer que la « structure en éventail des plis » est manifeste. La participation du substratum à ces replis prouve que la nappe, pendant ou après sa mise en place, a été reemplissée comme un massif autochtone. On sait que M. Kilian a judicieusement insisté sur ces plis en retour (« Ruckfaltung ») et sur leur généralité dans les Alpes franco-italiennes.

Dans une Note postérieure³, M. Argand croit pouvoir établir que la zone d'Ivrée est un synclinal et qu'elle se couche complètement vers le Nord. Cette partie couchée de la zone supporte le lambeau granitique de la « Cima del Lago », avant-coureur des nappes orientales. On peut en déduire, fait-il remarquer, qu'un faisceau de nappes orientales prend racine dans une région plus intérieure que celle d'Ivrée. Ce serait dans la « zone du Strona » que s'enracinerait le prolongement, aujourd'hui disparu, de ces nappes.

La structure des Alpes orientales a été magistralement élucidée par M. Termier. Ce savant a publié deux Mémoires du plus haut intérêt, qui ont eu un retentissement mérité, et sont rédigés avec une clarté d'exposition peu commune⁴. Dans le premier, il étudie la tectonique des Hohe Tauern, massif cristallin s'étendant de Sterzing au Katschberg, qui est formé par une série complexe de marbres et quartzites phylliteux triasiques et de « schistes lustrés », d'âge mésozoïque, série désignée par les géologues autrichiens sous le nom de « Schieferhülle ». Cet ensemble d'assises laisse affleurer dans cinq *fenêtres* cinq coupoles granito-gneissiques. Les schistes lustrés (« Kalkglimmerschiefer ») s'enfoncent au Nord et au Sud des Hohe Tauern sous des phyllades paléozoïques ou sous de vieux gneiss. Ils ne sont pas en place; ils appartiennent à une nappe au-dessous de laquelle s'en trouve une autre dont la partie haute est du Trias.

¹ E. ARGAND : Sur la tectonique de la zone d'Ivrée et de la zone du Strona. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXII, p. 666, mars 1906.

² P. TERMIER : Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e s., t. III, p. 711, 1904.

³ In : Les Alpes entre le Brenner et la Valteline. *Bull. Soc. géol. de France*, t. V, p. 209, 1905.

⁴ Les « schistes lustrés » des Hohe Tauern ont la plus grande analogie, d'après M. Termier, avec ceux des Alpes franco-italiennes.

¹ W. KILIAN et P. LORY : Sur l'existence de brèches calcaires et polygéniques dans les montagnes situées au Sud-Est du Mont-Blanc. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXII, p. 359, février 1906.

² L'exposé de ces faits si intéressants a été communiqué au Congrès de Vienne en 1903 par M. Haag. *La Revue générale des Sciences* en a publié un magistral compte rendu dans le numéro du 30 décembre 1903.

Cette dernière comprend une épaisseur très grande de granite gneissique (Zentralgneiss), d'âge probablement permo-houiller.

L'axe des Hohe Tauern se prolonge vers le Sud-Ouest par une ligne « Sterzing-Bornio », au nord de laquelle les Alpes du Tyrol sont formées de nappes empilées les unes sur les autres, nappes qui ont été plissées après leur empilement. Il y aurait six nappes : les deux dernières concourant avec la quatrième à la constitution des Alpes calcaires du Nord¹. Au sud de la ligne « Sterzing-Bornio » s'étend une zone plus ou moins large, formée de plis serrés et multipliés, et qui sont probablement les racines des plis couchés vers le Nord et transformés en nappes. Enfin, cette dernière zone est limitée elle-même au Sud par une faille (*faille alpino-dinarique*), qui coïncide au nord de Malé avec la faille giudicarienne de M. E. Suess.

De recherches récentes faites par M. Kilian (*C. R. Collaborateurs pour 1906*), il résulte que les montagnes de la Provence consistent aussi en un empilement de *plis couchés*, à long cheminement, dont les uns sont « racines externes » et les autres à « racines internes ». L'origine de ces derniers doit être cherchée dans la région de Toulon et des Maures, ou dans la partie interne de la chaîne entamée aujourd'hui par l'effondrement tyrrhénien ; des plis en retour postérieurs ont pu déterminer des *plongements* S. N. Cet empilement de plis a été affecté par des ondulations et par d'importantes érosions. — L'ensemble ainsi formé a été recouvert en discordance dans les parties déprimées par des dépôts oligocènes et miocènes.

A la suite d'études faites avec M. Argand, M. Maurice Lugeon — aux travaux duquel la géologie alpine doit de si grands progrès — a pu établir une série de faits d'une extrême importance, qui apportent une contribution nouvelle à l'extension et à la généralité des *phénomènes de charriage*. Ces auteurs² ont annoncé que « toutes les masses secondaires des Madonies et de la Sicile occidentale, ainsi que celles de l'Archipel des Egades, appartiennent à une immense nappe de charriage plus ou moins compliquée ; elles ne sont que des lambeaux de recouvrement ou des lames de charriage supportées par l'Eocène moyen et plus ou moins enfoncées dans ce dernier ». D'après nos confrères, la plaine de Palerme, ainsi que la région de l'Oreto, est une fenêtre envahie par les dépôts quaternaires.

Dans les environs de cette ville, on constate l'existence de régions secondaires *qui planent ou plongent dans le Tertiaire*. Quant au sens de la poussée, la nappe viendrait du Nord ; elle se serait déroulée avec un mode spécial, semblable dans les Alpes à la lentille du Falknis et aux nappes des calcaires de Hallstadt. Cette nappe sicilienne s'étendrait entre la mer Tyrrhénienne et la mer Africaine, sur une surface supérieure à 100 kilomètres de longueur. Sa racine au nord de Palerme est dans les eaux de la mer ; au sud, son front est inconnu.

Diverses considérations et l'examen des cartes géologiques ont amené MM. Lugeon et Argand à conclure que « tout l'ensemble de l'arc cristallin de la Calabre doit être considéré comme un arc de charriage ». Cet arc, se prolongeant vers l'Ouest par les Monts Péloritains, se continuait au nord de la Sicile, et allait peut-être rejoindre les masses cristallines du nord de l'Algérie.

Ces données nouvelles répondent bien aux vues de l'illustre savant E. Suess, qui — cherchant à définir les lignes directrices du système alpin — indiquait les chaînes de la Sicile³ comme se continuant par celles du nord de l'Afrique, chaînes présentant comme elles leur bord externe au Midi et où les plis sont refoulés dans la même direction. Les lignes directrices, concluait l'illustre maître, affectent une disposition tournante toute particulière et indiquent des poussées dirigées dans le même sens.

Le centre du tourbillon est situé au sud-ouest de Gênes, et la *virgation*, c'est-à-dire la disposition en gerbes des divers rameaux, se manifeste par le chevauchement du bord des écailles sur un « Avant-pays » affaîssi et fracturé, et grâce à elle une région qui est « Arrière-pays » pour un rameau constitue l'« Avant-pays » pour le rameau suivant⁴.

¹ M. LUGÉON et E. ARGAND : La racine de la nappe sicilienne et l'arc de charriage de la Calabre. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLII, p. 107, 14 mai 1906.

² D'après M. HAUG (*C. R. Ac. Sc.*, 14 mai 1906), les relations de la Sicile et de la Tunisie seraient moins simples, et la direction des plissements dans le Nord-Est de cette dernière région s'opposerait à un raccordement E.-O. des lignes directrices entre les deux terres voisines. « Si, par la pensée, écrit cet auteur, nous prolongeons ces plissements jusqu'à leur rencontre, nous constatons qu'ils se couperaient sous un angle aigu. » On doit admettre qu'ils décrivent une courbe à rebroussement, dont l'angle très aigu est ouvert vers le Sud. La bissectrice de l'angle de rebroussement est jalonnée par les îles volcaniques de Pantellaria et de Linosa.

D'autre part, les terrains sédimentaires de la Sicile et de la Tunisie présentent de profondes différences, et ce sont précisément les terrains charriés en Sicile qui manquent en Tunisie. On peut donc supposer que les nappes en recouvrement n'ont laissé aucune trace dans cette dernière région, et que l'érosion en a fait disparaître tous les vestiges.

³ E. SUSS : La face de la Terre (traduction française), t. I, Paris, 1897. *Loc. cit.*, p. 356.

⁴ Ces nappes calcaires vont jusqu'aux portes de Vienne et le hiatus qui les sépare de leur racine atteint près de 100 kilomètres.

⁵ M. LUGÉON et E. ARGAND : Sur de grands phénomènes de charriage en Sicile. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLII, p. 966, 23 avril 1906.

⁶ Id. et ib. : Sur la grande nappe de recouvrement de la Sicile. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLII, p. 1004, 30 avril 1906.

II

Le Mémoire de M. Termier, publié sous le titre: *Les Nappes orientales et la synthèse des Alpes*, se termine par des conclusions vraiment grandioses, suggestives et séduisantes entre toutes, mais dont quelques-unes nous paraissent toutefois bien hypothétiques et semblent ne pas devoir s'imposer absolument par l'observation des faits. Ceux-ci peuvent parfois s'expliquer de façon plus simple et plus en rapport avec ceux qu'on a reconnus dans d'autres parties de la chaîne¹.

M. Termier insiste, en premier lieu, sur les distinctions signalées par M. Suess entre les Alpes et les « Dinarides », et fait remarquer que la frontière qui sépare les deux régions est marquée le plus souvent par une faille ou par un système de failles. Ce qui caractérise les Alpes, dit-il, c'est la zone des schistes lustrés, c'est-à-dire des « séries compréhensives »² et du métamorphisme régional, embrassant sous un faciès constant les dépôts d'une longue suite d'âges géologiques; c'est la zone axiale correspondant à la partie médiane du géosynclinal alpin et qui se poursuit sans discontinuité de Gènes au Rhin. D'autre part, si certaines parties de la chaîne diffèrent des autres par la prédominance des régions autochtones sur les régions de nappes, c'est qu'elles sont moins enfoncées, ou tout au moins plus relevées. A partir du Mont-Blanc, ajoute M. Termier, quand on regarde vers l'Est, on voit « s'enfoncer graduellement tous les plis sous des nappes, et toutes les nappes sous des nappes plus hautes ».

Pour rendre compte de la poussée, de l'écrasement et du laminage, le savant professeur de l'Ecole des Mines conclut à un déplacement superficiel, à une translation d'ensemble du pays dinarique sur le pays alpin; cette poussée aurait joué le rôle de traineau écraseur. Toutefois, dans le Piémont, entre Turin et Gènes, ce rôle aurait été rempli par un lambeau du pays alpin lui-même. Cette translation aurait été un phénomène brusque et rapide, ayant pu être déterminé par un affaissement préalable de la région alpine. Ces nappes, une fois mises en place, sont « lentement remontées au jour », en se ployant et s'ondulant suivant deux systèmes orthogonaux. La formation des nappes, qu'chez nous n'ont pas dépassé Belledonne, et leur

inégalement remontée seraient d'âge miocène, et cette dernière contemporaine du plissement dinarique³. En résumé, conclut l'auteur, les Alpes sont une zone façonnée en un vaste géosynclinal, depuis le flouiller jusqu'à la fin de l'Eocène, zone refoulée, resserrée, écrasée entre les deux bords, puis affaissée et finalement laminée par la translation, au-dessus, d'un traineau solide non plissé, marchant du sud au nord ou du sud-est au nord-ouest. Cette zone, ainsi couverte de nappes et surmontée de débris du traineau écraseur, est alors remontée au jour inégalement et irrégulièrement. Derrière elle, « l'Arrière-pays » (désigné par le terme quelque peu artificiel de Dinarides) s'est tassé et disloqué, puis, par réaction de « l'Avant-pays » et de la zone alpine proprement dite, plissé à son tour⁴.

Cette belle synthèse, qui dépasse de beaucoup les limites de la région alpine et dont la portée et la part de vérité nous paraissent très grandes, ne saurait cependant être entièrement acceptée. Certains faits comportent une explication quelque peu différente.

Comme l'ont établi les travaux des géologues contemporains, les Alpes montrent la trace de dislocations datant de diverses époques, et l'on y reconnaît nettement les indices de mouvements antétriasiques, anténummulitiques et postéogènes. Toutefois, ce n'est que postérieurement à cette dernière phase que se sont effectués les refoulements les plus énergiques, qui ont donné à la chaîne son individualité, et que l'on désigne sous le nom de *mouvements alpins*.

Avec M. Kilian⁵, nous concluons que ces dislocations peuvent se décomposer en plusieurs phases:

1^{re} Formation de plis imbriqués et couchés vers l'extérieur de la chaîne, « s'escaladant » (expression de M. Lugeon) les uns les autres, accompagnés, notamment entre les massifs cristallins du Mercantour et du Pelvoux, de nombreux charriages (décrits par MM. Haug, Kilian, Termier) et ayant parfois déterminé, dans leur « Avant-pays », une structure imbriquée et dirigée dans le même sens.

Ces plis ont intéressé les Flysch éocène et oligocène, et, chevauchant eux-mêmes des régions renfermant dans leurs parties externes des assises miocènes plissées (Diois et Baronnies), sont nécessairement postérieurs à la première moitié de la

¹ Nous empruntons les considérations qui suivent à l'ouvrage que nous avons publié en collaboration avec M. Kilian sous le titre: *Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. — Contributions à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises*. Paris, Imprimerie nationale, 1904.

² MM. Haug et Franchi ne croient pas que l'Eocène soit représenté dans la série des schistes lustrés; pour eux, la zone du Piémont aurait été émergée avant le Jurassique supérieur. Réunion de Turin, 1905.

³ Pour M. Kilian, les « plis en retour » et autres dislocations que M. Termier qualifie de « Dinariques », et qui ont été provoquées par l'effondrement adriatique, sont du même ordre que celles qui, plus à l'O., ont empiété sur la zone axiale des Alpes et occasionné le pseudo-éventail Briançonnais.

⁴ W. KILIAN: Sur l'origine de la structure en éventail des Alpes françaises. *Bull. Soc. géol. de France*, 4^e s., t. III, p. 671, 1903.

⁵ W. KILIAN et J. RÉVIL: Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. *Loc. cit.*, p. 315.

période néogène. — Ces dislocations, comme, du reste, les bombements anténummulitiques, ne se sont *pas uniquement manifestés en profondeur* dans les régions intracorticales, mais elles ont atteint la surface du sol ;

2° Nouvelle phase de striction, ayant produit le *replètement* des plis couchés précédents et des nappes qui en dérivent. Ces nappes reployées ont sans doute offert, avant que l'érosion en ait fait disparaître une notable partie, une extension bien plus grande que celle qui est représentée par les témoins que nous connaissons aujourd'hui ;

3° Production, dans le flanc oriental des nappes précédentes, de *plissements en retour*, déterminés par un affaissement (décompression) des régions piémontaises dans lesquelles les terrains antéhouillers occupent une altitude bien moindre que dans les massifs centraux du Pelvoux, de Belledonne, puisqu'ils n'existent guère qu'en profondeur.

Ces *plis en retour* se distinguent, ainsi que l'ont fait remarquer divers observateurs, par l'absence de charriages importants et par leur allure différente de celle des plis couchés de la première phase, tous développés vers l'extérieur.

Ce n'est qu'à la suite de ces derniers mouvements que se serait dessinée la *structure en éventail asymétrique* des Alpes françaises. L'éventail alpin présenterait ainsi, suivant que l'on considère les causes qui ont produit sa portion externe (ou occidentale pour les Alpes delphino-provençales) ou les éléments internes (orientaux), une *dualité d'origine* tout à fait remarquable. Son existence n'apparaîtrait plus comme une anomalie dans le système alpin, dont tous les éléments accusent si nettement une poussée dirigée vers l'extérieur de l'arc que décrit notre grande chaîne européenne¹.

III

Les géologues sont unanimes pour considérer les montagnes comme formées par le resserrement d'anciens géosynclinaux, resserrement ayant amené la production de plis qui, en s'exagérant, ont été renversés, couchés et parfois *charriés* sur des étendues considérables. Cela admis, quelle cause attribuer à des dislocations ayant eu parfois une pareille intensité ?

Nous avouerons nos préférences pour les théories attribuant le principal rôle aux *effondrements* de l'écorce, et aux processus différents manifestés par le substratum et les terrains superficiels. Le mouvement des masses superficielles aurait été cen-

trifuge, tandis que celui des masses profondes aurait suivi une direction centripète. La résultante des affaissements se serait le plus souvent traduite par des déplacements de plis sous forme de *charriage*.

D'autre part, nous savons qu'il y a *homogénéité* dans la constitution géologique du bord externe des Alpes, tandis qu'il y a *hétérogénéité* dans les contours des massifs limitant la chaîne alpine du côté extérieur comme du côté intérieur.

Ces massifs, qu'avec M. Suess nous avons appelés, les premiers, « l'Avant-pays » (*das Vorland*), et, les seconds, « l'Arrière-pays » (*das Ruckland*), doivent être considérés comme des zones effondrées autour de piliers résistants (*Horst*), zones que sont venues chevaucher les masses superficielles alpines. Les effondrements du *Vorland* ont été les plus anciens et ont provoqué un appel de plis plus énergiques, tandis que ceux du *Ruckland* n'ont intéressé que des lambeaux de chaîne de moindre importance. Ce ne serait pas l'Arrière-pays qui aurait refoulé la chaîne, mais bien l'Avant-pays qui se serait déplacé davantage en s'affaisant. On s'expliquerait ainsi comment la chaîne se trouve plus sensiblement plissée et écrasée dans cette direction, où a été provoquée une poussée au vide plus intense. L'Arrière-pays ne se serait effondré que plus tard, après la formation de la chaîne, dont il aurait entraîné une portion dans la profondeur.

Une chaîne plissée serait due à l'écrasement des roches sédimentaires situées entre deux massifs résistants, qui auraient cheminé l'un vers l'autre avec des vitesses différentes, ce qui aurait déterminé le déversement des plis tantôt vers l'un, tantôt vers l'autre de ces massifs. Nous développons ainsi la théorie formulée dès 1891 par M. Holmquist, en considérant avec lui les chaînes « comme le résultat d'un appel de roches sédimentaires vers la profondeur de régions effondrées ».

Nous croyons donc pouvoir conclure que les phénomènes de plissement ont été subordonnés aux mouvements verticaux, que ce sont les effondrements qui ont permis aux eaux de se rassembler dans des mers profondes et aux continents de se former. Avec le maître de la géologie alpine², nous ajouterons que ces événements ne sont pas terminés à l'heure actuelle, et que, les anciennes forces n'ayant pas cessé d'agir, de nouveaux effondrements se préparent, permettant de supposer que les changements qui se produiront seront analogues à ceux qui sont déjà survenus.

J. Révil,

Vice-président de la Société géologique de France,
Président de la Société d'Histoire naturelle
de Savoie.

¹ W. KILIAN et J. RÉVIL : *Etudes géologiques, etc. Loc. cit.*, p. 317.

² E. SUESS : *Loc. cit.*

REVUE ANNUELLE DE PHYSIOLOGIE

I. — QUESTIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL.

§ 1. — Bibliographie.

Nous avons signalé, en 1903, la publication, par la *Royal Society*, de Londres, d'un *International Catalogue of scientific Literature*, dont la lettre Q était consacrée à la *Physiology* (including *Pharmacology and experimental Pathology*).

Le *Concilium bibliographicum* de Zurich vient d'entreprendre une publication analogue : la *Bibliographia physiologica*, qui paraît tous les trois mois (depuis 1903) comme supplément au *Zentralblatt für Physiologie*, et qui a adopté la classification décimale avec les subdivisions préconisées par Charles Richet et la Société de Biologie de Paris. Outre ces listes bibliographiques, le *Concilium* de Zurich met également en vente une *Bibliographie physiologique sur fiches*.

Nous mentionnerons, en outre, parmi les publications pouvant intéresser le physiologiste :

1° Un nouveau périodique, le *Biophysikalisches Centralblatt*, dont le premier numéro a paru en septembre 1903, et qui complète le *Biochemisches Centralblatt* (ce dernier en est à sa cinquième année). Le *Biophysikalisches Centralblatt* a pour but principal de donner des analyses ou *Referate* de tous les travaux de Physiologie proprement dite, ou qui peuvent intéresser le physiologiste — à l'exclusion, toutefois, des travaux de Chimie physiologique, qui sont du ressort du *Biochemisches Centralblatt*. La nouvelle publication renferme également des analyses collectives se rapportant à des sujets d'actualité, avec indications bibliographiques copieuses. Enfin, on y trouve des informations concernant les mutations dans le personnel universitaire des laboratoires de Physiologie et de sciences connexes ;

2° Parmi les œuvres de longue haleine, la continuation du *Dictionnaire de Physiologie* de Richet, des *Ergebnisse der Physiologie*, d'Asher et Spiro, et l'apparition d'une publication analogue aux *Ergebnisse* :

LEONARD HILL : *Recent advances in Physiology and Bio-chemistry* (I, London, 1903), contenant une série de monographies sur la nutrition, les fermentations, les sécrétions, la formation de la lymphe, l'influence de la pression barométrique, les échanges respiratoires, etc., par Hill, B. Moore, Macleod, Beddard et Pembrey ;

3° Plusieurs traités généraux :

NAGEL : *Handbuch der Physiologie*, IV, I (Braun-

schweig, Vieweg, 1903). Ce volume IV contient les chapitres suivants : Tschermak : Physiologie du cerveau ; Langendorff : Moelle allongée et moelle épinière ; Schultz : Système nerveux sympathique.

EMAN. RADL : *Geschichte der biologischen Theorien*. Leipzig, Engelmann, 320 p.

OSCAR HERTWIG : *Allgemeine Biologie*. Jéna, G. Fischer, 648 p.

L. KREHL : *Pathologische Physiologie*, XI-620 p. Leipzig, Vogel, 1904.

J. VON UENKÜLL : *Leitfaden in das Studium der experimentellen Biologie der Wassertiere*. Wiesbaden, 130 p., J. F. Bergmann, 1903.

HANS PRIZIBRAM : *Einleitung in die experimentelle Morphologie der Tiere*, 142 p. Wien, F. Deuticke, 1903.

4° De nombreuses monographies, notamment : N. ZUNTZ, A. LOEWY, F. MÜLLER, W. CASPARI : *Höhenklima und Bergwanderungen in ihrer Wirkung auf den Menschen*. Berlin, 1903.

A. ADAMKIEWICZ : *Die wahren Centren der Bewegung und der Akt des Willens*. Vienne, 1903.

ELIE DE CYON : *Les nerfs du cœur*, XXXIII-253 p. Paris, Alcan, 1903.

JACQUES LOEB : *Studies in general Physiology*, 2 vol. in-8° de 782 p. London, 1903.

A. JACQUET : *Ueber die physiologische Wirkung des Höhenklimas*. Bâle, 1904.

CH. A. FRANÇOIS-FRANCK : *Cours du Collège de France*, de 1880 à 1904, et *Travaux du laboratoire*, de 1875 à 1904. Paris, O. Doin, 1904.

§ 2. — Nécrologie.

Parmi les morts de l'année, citons :

G. MEISSNER, professeur de Physiologie à Göttingue ;

ECKHARDT, professeur de Physiologie à Giessen ; VON BASCH, professeur à l'Université de Vienne ; BURDON-SANDERSON, ancien professeur de Physiologie à Oxford ;

LAULANIÉ, professeur de Physiologie et directeur de l'École vétérinaire de Toulouse ;

JOHN B. MAC CALLUM, professeur adjoint de Physiologie à l'University of California, U. S. A. ;

LOUIS MACKALL, ancien professeur de Physiologie à l'University of Georgetown, Washington, U. S. A. ;

PRISALIX, assistant au Muséum d'Histoire naturelle à Paris ;

A. RENÉ, ancien agrégé de Physiologie de la Faculté de Médecine de Nancy ;

PAUL SCHULTZ, professeur extraordinaire de Physiologie à l'Université de Berlin ;

J. LATSCHEBERGER, professeur de Physiologie à l'École vétérinaire de Vienne;

ANDRÉ THOUVENET, professeur de Physiologie à Limoges;

ALIPRANDO MORIGGIA, ancien professeur d'Histologie et de Physiologie à Rome.

Citons aussi quelques anatomistes ou cliniciens dont l'activité scientifique s'est plus ou moins étendue au domaine de la Physiologie :

ROSENSTEIN, professeur de Clinique interne à l'Université de Leyde;

NOTHNAGEL, professeur de Clinique médicale à l'Université de Vienne;

LIONEL S. BEALE, ancien professeur de Médecine à King's College à Londres;

ALB. VON KOELLIKER, professeur d'Anatomie à l'Université de Wurtzbourg;

W. FLEMING, professeur d'Anatomie à Kiel;

C. ABBE, autrefois directeur des Ateliers Zeiss, inventeur du condensateur qui porte son nom.

§ 3. — Instituts scientifiques.

1. *Institut Marey*. — M. le Professeur Kronecker a été nommé directeur de l'Institut Marey et M. Carvallo sous-directeur. Le Comité s'est complété par l'adjonction de MM. Solvay et Heger.

2. *Stazione zoologica de Naples*. — M. Anton Dohrn, directeur de la Station zoologique de Naples, vient de terminer l'installation d'un grand laboratoire, consacré à l'étude de la physiologie des animaux marins, où les physiologistes de tous pays seront reçus dans les mêmes conditions que les zoologistes l'étaient jusqu'à présent au Laboratoire de Zoologie de la *Stazione zoologica*. Ce nouveau laboratoire de Physiologie, dont la construction seule a coûté plus de 300.000 francs, couvre une surface de 1.250 (50 × 25) mètres carrés. C'est un grand bâtiment rectangulaire, composé d'un rez-de-chaussée surmonté de deux étages; il comprend de nombreuses salles munies de l'outillage le plus perfectionné, tant pour les recherches de vivisection que pour celles de Physique et de Chimie physiologique. Il est construit sur le prolongement des laboratoires de Zoologie de la *Stazione*.

Le nouveau laboratoire sera ouvert au moment où s'imprimeront ces lignes. Les physiologistes auront dorénavant les moyens d'utiliser, pour les recherches de Physiologie comparée et générale, la faune des êtres inférieurs du Golfe de Naples, qui est d'une richesse incomparable; ils pourront appliquer à cette étude toutes les ressources modernes de l'expérimentation. Grâce à la simplicité de leur organisation, les animaux inférieurs se prêtent, bien mieux que l'homme ou les Vertébrés,

à l'étude de la plupart des problèmes les plus importants de la Biologie générale. Aussi les physiologistes doivent une reconnaissance particulière à M. Dohrn, qui les a mis à même de poursuivre leurs recherches sur le terrain relativement peu exploré et cependant si fécond de la Physiologie comparée.

II. — CIRCULATION.

§ 1. — Théorie myogène de la pulsation cardiaque.

La plupart des physiologistes admettaient encore il y a quelques années la *théorie neurogène*, qui place, avec Volkmann (1844), Heidenhain (1838), von Wittich, et d'autres, le point de départ de chaque pulsation dans les cellules ganglionnaires intracardiaques, et qui considère également l'ordre de succession des différentes phases de la pulsation cardiaque comme réglé par l'activité de ces centres nerveux.

La théorie neurogène établissait volontiers un parallèle entre l'innervation des mouvements respiratoires et celle du cœur. Le synchronisme ou l'ordre de succession des mouvements des muscles de la respiration, ainsi que le rythme de ces mouvements, est sous la dépendance d'un centre nerveux, voisin du fameux nœud vital de Flourens et situé dans la moelle allongée. De ce centre respiratoire partent des impulsions motrices, qui descendent le long des nerfs intercostaux, phréniques, etc., pour atteindre les muscles et y provoquer la contraction. On admettait un schéma physiologique analogue pour l'innervation du cœur. Comme le cœur continue à battre alors qu'on l'a extrait du corps, et par conséquent isolé du système nerveux central, on ne pouvait songer à localiser dans ce dernier le *primum movens* des contractions cardiaques: on était obligé de le loger dans le cœur lui-même, dont la substance est d'ailleurs riche en amas de cellules nerveuses. Ces ganglions nerveux intrinsèques du cœur étaient chargés d'envoyer, par l'intermédiaire de fibres nerveuses, des impulsions motrices atteignant simultanément toutes les fibres musculaires des deux oreillettes, ce qui assurait la simultanéité de leur contraction; puis, après un petit intervalle, ces ganglions envoyaient pareillement des impulsions provoquant la contraction simultanée des deux ventricules. Les liens physiologiques qui assurent le synchronisme des pulsations des deux oreillettes, d'une part, et de celles des ventricules, de l'autre, ainsi que la succession ou l'alternance des pulsations auriculaires et ventriculaires, ces liens étaient censés de nature nerveuse.

Les partisans de la théorie neurogène sont fort embarrassés quand on leur demande dans quelle

partie du cœur ils placent, chez les Mammifères par exemple, le ou les ganglions automoteurs du cœur. Leurs tentatives de localisation ont jusqu'à présent échoué. Kronecker et Schmey avaient cru reconnaître ce centre dans un endroit bien limité du sillon ventriculaire antérieur. La lésion du centre de Kronecker abolissait la coordination des pulsations et provoquait l'arythmie du cœur. Malheureusement pour la théorie, l'arythmie cardiaque peut s'observer à la suite de lésions ou d'excitations minimes de n'importe quelle partie du cœur; et il n'est pas établi que la région du centre de Kronecker jouisse, à cet égard, d'un privilège bien marqué. Porter a d'ailleurs montré que l'on pouvait supprimer l'activité physiologique de la région contenant le centre de Kronecker par ligature artérielle, sans altérer le rythme cardiaque. Les mêmes expériences de ligature artérielle ont été par lui répétées successivement sur toutes les portions du cœur, et lui ont montré qu'aucune de ces portions n'est indispensable à la production de pulsations rythmées. Le rythme automatique du cœur ne saurait donc être localisé en un endroit déterminé du cœur. Ajoutons que l'on n'a pu découvrir de cellules nerveuses au niveau du centre de Kronecker et que ce dernier a lui-même abandonné l'idée d'y localiser les impulsions automotrices, pour en faire un simple lieu de passage d'innervations *vaso-motrices*.

Parmi les nombreux faits que la théorie neurogène explique mal, on peut citer l'*inversion* du rythme cardiaque que l'on provoque par l'excitation directe des ventricules. Si, pendant une pause du cœur (naturelle ou provoquée par excitation électrique), on excite directement les ventricules, on provoque non seulement une contraction musculaire, localisée à l'endroit excité, mais une pulsation cardiaque complète; seulement, c'est une pulsation à rythme renversé; les ventricules battent d'abord, puis les oreillettes. Ces pulsations à rythme renversé s'expliquent tout naturellement dans la théorie myogène. A mesure que les faits de ce genre se multiplient, les physiologistes se détachent un à un de la théorie neurogène.

Cette théorie n'est plus guère défendue aujourd'hui que par de Gyon, par Kronecker et ses élèves, par Bethel, et par Carlson. La vogue est actuellement à la *théorie myogène*, telle qu'elle a été formulée par Gaskell et Engelmann. De même que le cœur embryonnaire des Vertébrés exécute déjà ses pulsations à une époque où il ne possède pas encore de cellules nerveuses; de même, dans le cœur de l'adulte, les impulsions motrices, rythmées, qui provoquent les pulsations, naîtraient également, non dans des ganglions nerveux intracardiaques, mais directement dans les éléments musculaires du cœur. La contraction débutant en un endroit du

cœur, en vertu de l'automatisme du muscle, se propage ensuite avec rapidité aux endroits voisins, grâce à la continuité des fibres musculaires. L'automatisme est le plus développé au niveau du sinus pour le cœur de grenouille, dans le voisinage des veines caves (portion de l'oreille droite homologue du sinus) pour le cœur des Mammifères. C'est là que débute chaque contraction; puis elle parcourt successivement, à la façon d'une onde, les différents segments du cœur.

La pulsation à rythme inverse que l'on provoque par excitation des ventricules s'explique naturellement dans cet ordre d'idées. C'est une onde de contraction qui chemine en sens inverse du sens habituel physiologique.

La simultanéité de la contraction des deux oreillettes, ainsi que de celle des ventricules, que la théorie neurogène devait expliquer, est d'ailleurs une simple illusion, provenant de la rapidité avec laquelle l'onde de contraction se propage. En réalité, la contraction débute, chez les Mammifères, dans la portion de la paroi de l'oreille droite comprise entre les origines des veines caves. De là, la contraction s'irradie en tous sens dans la substance des parois auriculaires, à la façon d'une onde, sans suivre de voies déterminées. Les expériences de Hering et les miennes ont montré que l'on peut séparer presque complètement les 2 oreillettes l'une de l'autre, par une série de coups de ciseaux, sans qu'elles cessent de pulser en même temps: il suffit de laisser un pont musculaire de peu d'étendue entre les deux poches musculaires, pour qu'elles continuent à présenter des systoles associées, l'onde de contraction franchissant le pont, de l'oreille droite à l'oreille gauche. La situation du pont qui assure la communauté de rythme est indifférente; le lambeau musculaire qui unit les deux oreillettes peut être conservé dans la voûte des oreillettes, dans leur paroi postérieure ou dans leur paroi antérieure: les résultats sont les mêmes. La communauté de rythme persiste tant que le pont est intact: elle disparaît dès qu'on divise le lambeau. Dans ce cas, les deux oreillettes peuvent continuer à battre, mais en présentant un rythme différent. Fait très important, c'est l'oreille que l'on a laissée adhérente à la cloison du cœur, qui règle à présent le rythme des ventricules¹.

Chez l'anguille, les deux sinus battent en même temps, disait-on: cette simultanéité de contraction de deux organes éloignés l'un de l'autre semblait ne pouvoir s'expliquer que par une intervention nerveuse. Delchey* a montré qu'ici aussi le synchronisme n'était qu'apparent. Le sinus gauche bat

¹ HERING: *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1905, t. CVII, p. 97; LÉON FREDERICQ: *Arch. intern. Physiol.*, t. IV.

* DELCHEY: *Arch. intern. Physiol.*, 1905, t. II, p. 123.

le premier et sa contraction se transmet par continuité de substance au sinus droit. Comme la transmission se fait avec une grande vitesse, un observateur non prévenu peut croire à la simultanéité des deux mouvements. Il faut donc renoncer à la doctrine classique du synchronisme des pulsations des deux oreillettes et à la notion du synchronisme des pulsations des sinus ou des veines qui débouchent dans les oreillettes.

Il n'est pas difficile de constater pareillement que le synchronisme de la contraction dans la musculature des deux ventricules n'est qu'une apparence trompeuse. En réalité, la contraction parcourt successivement les ventricules à la façon d'une onde, comme le veut la théorie myogène. C'est ce que tous les expérimentateurs, Waller, Bayliss et Starling, et récemment encore Franz Schlüter, ont constaté.

La pulsation cardiaque est donc une onde de contraction qui naît dans l'oreillette droite, d'où elle s'irradie avec une grande rapidité, par continuité de substance, à la paroi des deux oreillettes.

Pour passer des oreillettes aux ventricules, cette onde doit traverser un étroit pont musculaire, le faisceau auriculo-ventriculaire ou *faisceau de His*, dont l'existence constante et l'importance physiologique ont été mises hors de doute par les recherches concordantes de His, Humblet¹, Retzer², Bräunig³, Erlanger⁴, Tawara⁵, Hering⁶ (contredites par Kronecker⁷ et ses élèves).

Ce pont constitue le seul lien anatomique entre la musculature des oreillettes et celle des ventricules. C'est également le lien physiologique qui relie les pulsations ventriculaires à celles des oreillettes. J'ai signalé dans ma dernière revue l'expérience très démonstrative de la section du faisceau de His par Humblet, section suivie d'allorhythmie. La plupart des physiologistes qui ont répété l'expérience sont arrivés au même résultat; citons les travaux tout récents d'Erlanger et de Hering. Hering sectionne le faisceau, Erlanger l'érase au moyen d'une pince spéciale. Lorsque l'expérience réussit, c'est-à-dire quand le faisceau a été réellement coupé ou érasé, les oreillettes continuent à battre d'un rythme accéléré, tandis que les ventricules présentent des pulsations très ralenties, en discordance complète avec celles des oreillettes. Dans ce cas, les extra-systoles provoquées par l'excit-

tation directe des ventricules pendant leur pause, ne sont plus suivies d'extra-systoles auriculaires, et ne donnent donc plus lieu à des pulsations complètes à rythme renversé. Dans ce cas aussi, on n'observe plus la *pause compensatrice*, qui était de règle après une extra-systole provoquée prématurément (comme l'avait montré Marey en 1876-1879), pause compensatrice qui s'explique si naturellement dans la théorie myogène.

Les expériences d'Adam⁸, sur les effets d'une élévation locale de la température des différentes parties du cœur, fournissent un nouvel argument en faveur de cette théorie. Adam isole un cœur de chat ou de lapin et y entretient une circulation artificielle de liquide nourricier d'après le procédé de Langendorff. Au moyen d'un appareil spécial traversé par un courant d'eau chaude ou d'eau froide, il fait varier successivement la température des différentes portions du cœur, et constate que la seule région du cœur dont l'échauffement ou le refroidissement ait une influence sur le rythme des pulsations est constituée par la portion de l'oreillette droite s'étendant entre les origines des veines caves et jusque près de la base de l'auricule. Si l'on échauffe cette région, tout le cœur bat plus vite; si on la refroidit, le rythme cardiaque se ralentit, tandis que les variations de température, soit des veines caves elles-mêmes, soit des auricules, de l'oreillette gauche ou des ventricules, restent sans effet sur le rythme. C'est donc dans l'oreillette droite, entre les deux veines caves, que naissent les impulsions motrices qui sont le point de départ des pulsations. On se rappellera que Gaskell et Engelmann avaient signalé un fait analogue pour le cœur de la grenouille. Ici c'est du *sinus* que partent les pulsations; c'est le sinus qu'il faut échauffer pour accélérer le rythme cardiaque. L'élévation de température des autres parties du cœur reste sans effet.

Pour expliquer l'intervalle qui sépare la pulsation du ventricule de celle de l'oreillette, la théorie myogène suppose un ralentissement considérable de la vitesse de propagation de l'onde musculaire au niveau du faisceau de His. Tawara vient de donner une base anatomique à cette hypothèse, en constatant la structure spéciale embryonnaire du faisceau de His. Le faisceau de His présente une structure analogue à celle des filaments dits de Purkinje, connus depuis longtemps sous l'endocarde des Ruminants; il se continue d'ailleurs avec ces filaments.

Il ne peut donc y avoir de doute sur le fait que chaque pulsation du cœur des Mammifères débute par une contraction musculaire, qui prend naissance

¹ HUMBLET: *Arch. intern. Physiol.*, t. I, p. 278, et t. II, p. 330.

² RETZER: *Arch. f. Anat.*, 1904.

³ BRÄUNIG: *Arch. f. Physiol.*, 1904, Suppl.

⁴ ERLANGER: *Zentralbl. f. Physiol.*, 1903, t. XIX, p. 9 et 270.

⁵ TAWARA: *Zentralbl. f. Physiol.*, 1903, t. XIX, p. 70.

⁶ HERING: *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1905, t. CVII, p. 97; 1905, t. CVIII, p. 267; t. CXL, p. 298.

⁷ KRONECKER: *C. R.*, 1905, t. CXL, n° 8, p. 529.

⁸ ADAM: *Zentralbl. f. Physiol.*, 1905, t. XIX, p. 39.

dans la paroi de l'oreillette droite, entre le point d'abouchement des veines caves, à un endroit où l'on n'a jamais signalé de ganglions nerveux. De là, la contraction musculaire se communique aux parois des deux oreillettes avec une si grande vitesse que leur pulsation paraît simultanée. L'onde de contraction se propage ensuite avec un retard très appréciable aux ventricules, en passant par le petit pont musculaire constituant le faisceau de His. Elle envahit ensuite brusquement les deux ventricules.

N'oublions pas que les fibres musculaires du cœur sont partout entourées d'un riche réseau de fibres et de fibrilles nerveuses, dont plusieurs histologistes, notamment Heymans et Demoor, ont démontré l'existence au moyen de la méthode de Golgi. Les partisans de la théorie neurogène pourraient à la rigueur se rabattre sur ce réseau et admettre, par exemple, que l'onde de contraction se propage, non dans la substance musculaire, mais par l'intermédiaire du réseau nerveux en question. À l'appui de cette manière de voir, on peut invoquer la vitesse considérable avec laquelle la contraction se propage aux deux parois des oreillettes et qui fait que leur contraction paraît isochrone. De même, les ventricules, dans les pulsations normales, semblent se contracter dans toutes leurs parties, exactement en même temps. Or, comme on le sait, l'excitation se propage beaucoup plus rapidement dans les nerfs que dans les muscles. Il suffirait d'admettre que le réseau nerveux n'accompagne pas les muscles au niveau du faisceau de His, et que, là, la propagation de l'excitation se fait exclusivement par voie musculaire, pour expliquer l'intervalle qui s'écoule entre la pulsation auriculaire et celle des ventricules.

Dans le même ordre d'idées, la fibrillation et le délire du cœur, caractérisés par la propagation relativement lente d'ondes de contraction musculaire, pourraient s'expliquer en admettant une paralysie momentanée de la conductibilité du réseau nerveux intramusculaire, l'excitation ne pouvant dans ce cas se propager qu'à travers la substance musculaire, et cela avec la lenteur propre aux muscles.

Si réellement le réseau de fibrilles nerveuses fait défaut au niveau du faisceau de His et si le réseau nerveux des deux oreillettes d'une part, et celui des deux ventricules de l'autre, constituent deux systèmes anatomiques isolés l'un de l'autre, on s'expliquerait, dans l'hypothèse que j'émetts, certains faits sur lesquels j'ai appelé l'attention en 1890 : la fibrillation provoquée par l'excitation d'une portion quelconque d'une des deux oreillettes envahit toujours l'ensemble des deux oreillettes, mais ne s'étend pas aux ventricules; pareillement, la fibrillation

provoquée dans une portion de ventricule envahit les deux ventricules en entier, mais respecte les oreillettes. Les deux oreillettes d'une part, les deux ventricules de l'autre, constituent donc deux unités physiologiques plus ou moins indépendantes l'une de l'autre — au moins au point de vue de la fibrillation provoquée.

La théorie tout hypothétique que j'esquisse ici constitue une espèce de compromis entre la théorie myogène et la théorie neurogène. Elle a le mérite de tenter une explication physiologique du phénomène de la fibrillation, devant lequel l'hypothèse neurogène, comme la myogène d'ailleurs, a montré sa complète impuissance.

§ 2. — Forme de la pulsation cardiaque¹.

Il résulte des recherches de Waroux et de Derouaux que le muscle cardiaque, quand il est placé dans de mauvaises conditions de nutrition, pré-

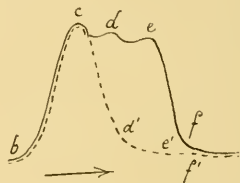


Fig. 1. — Schéma représentant les deux formes propres de contraction du muscle ventriculaire. — *bcdef*, ligne pleine — contraction normale — montrant la contraction du début *bc*, suivie de la contracture *cde**f*; — *bcd'e'f'*, ligne interrompue — contraction brève — correspondant à une alimentation insuffisante du cœur.

sente des contractions spontanées ou provoquées, dont les graphiques rappellent ceux de la secousse simple des muscles du squelette. Leur contraction se compose dans ce cas d'une période brève de raccourcissement (*bc*, fig. 1), à laquelle fait immédiatement suite le relâchement (*cd'e'f'*, fig. 1). Le graphique représente une colline à sommet plus ou moins aigu, sans plateau systolique. Dans les conditions normales de nutrition, la forme de la contraction est tout autre. On observe bien la phase initiale de raccourcissement brusque *bc*, mais elle est suivie d'une phase de contracture *cde*, le muscle ne se relâchant pas immédiatement. Cette forme de contraction, présentant un plateau *cde*, correspond à la systole ventriculaire normale. On peut, sur le cœur du chien, obtenir à volonté les graphiques trapézoïformes de la forme *bcdef*, ou ceux qui rappellent la secousse simple *bcd'e'*. Les premiers correspondent aux pulsations d'un cœur convenablement nourri, les seconds aux contractions d'un cœur dans lequel la circulation est arrê-

¹ Arch. intern. Physiol., 1905-1906, t. III, p. 285.

tée depuis un certain temps, — par exemple par ligature des veines caves ou par section des gros vaisseaux artériels.

La systole ventriculaire normale correspond donc au graphique trapézoïforme *bedef*.

Faut-il, en se basant sur l'analogie extérieure que présente le plateau systolique *cde* avec le graphique d'un court *tétanos* de muscle du squelette, tenter d'identifier la systole ventriculaire avec un *tétanos* du muscle cardiaque, comme j'avais cru pouvoir le faire, en me plaçant sur le terrain de la *théorie neurogène*? La question me paraît à présent oiseuse, si je me place au point de vue de la *théorie myogène*. La *théorie neurogène* supposait que les impulsions motrices, naissant dans les cellules des ganglions automoteurs du cœur, étaient transmises au muscle cardiaque par des nerfs moteurs comparables à ceux du squelette.

Le schéma de l'innervation du muscle cardiaque étant ainsi censé le même que celui de l'innervation des muscles du squelette, on pouvait discuter la question de savoir si la contraction cardiaque répondait à une seule excitation émanée des ganglions auto-moteurs (auquel cas elle devait être assimilée à une secousse simple), ou s'il fallait admettre plusieurs excitations nerveuses pour une seule systole (comme dans la production du *tétanos* des muscles du squelette). Si l'on admet, conformément à la *théorie myogène*, que le *primum movens* de la pulsation cardiaque réside, non dans les éléments nerveux du cœur, mais dans la fibre musculaire elle-même, on se trouve dans des conditions très différentes de celles de l'innervation d'une secousse simple ou de celle d'un *tétanos* d'un muscle du squelette. La *théorie myogène* doit donc étudier la contraction du muscle cardiaque en elle-même, sans chercher à la faire rentrer de force dans le schéma adopté pour l'innervation des muscles du squelette.

On peut donc dire que la contraction du muscle ventriculaire (cœur de chien) se fait suivant un *type propre*, différent de celui des muscles du squelette. On peut y distinguer deux parties : d'abord une *contraction brève, initiale*, à laquelle fait suite une *contracture* plus ou moins oscillatoire.

La *contraction initiale* peut se montrer seule, la contracture faisant défaut. C'est le cas, notamment, lorsque le muscle ventriculaire est placé artificiellement dans de mauvaises conditions de nutrition, par suite de la suppression de la circulation, ou par suite de la circulation de sang asphyxique (riche en CO_2 par exemple). C'est le cas également dans les pulsations ventriculaires *abortives*, auxquelles ne correspondent pas de pulsations artérielles. Enfin, c'est le cas pour la systole auriculaire normale,

dont le tracé représente une contraction brève, sans contracture.

§ 3. — Rétablissement des pulsations cardiaques par les tractions rythmées de la langue.

Laborde a montré que les tractions rythmées de la langue sont capables de rappeler à la vie un animal récemment asphyxié : les mouvements respiratoires et les pulsations cardiaques se rétablissent. La mort prématurée du physiologiste français ne lui a pas permis de déterminer le mécanisme de cette remarquable action des tractions linguales. Philips a comblé cette lacune de nos connaissances en ce qui concerne la restauration de la fonction cardiaque. Il montre qu'il s'agit d'un réflexe dont il localise la voie centrifuge dans le tronc du pneumogastrique cervical. Le réflexe est empêché par l'atropine¹.

III. — RESPIRATION.

§ 1. — Influence de l'altitude².

La question du mal des montagnes et l'influence des hautes altitudes sur la respiration de l'homme ont été l'objet d'un grand nombre de travaux dans ces dernières années. Je citerai principalement les recherches de Zuntz et de ses collaborateurs ou élèves Schumburg, Löwy, Geppert, Katzenstein, Reach, Frenzel, Caspari et Bornstein. Leurs recherches ont été exécutées en partie à Berlin, sous des appareils pneumatiques, en partie en Suisse, à Zermatt, puis au Mont Rose, à la Station physiologique internationale du Professeur Mosso, en partie dans des ascensions en ballon.

Un certain nombre de questions controversées peuvent être aujourd'hui considérées comme résolues par ces études. A différentes reprises, j'ai mentionné ici les recherches qui démontraient l'augmentation de l'hémoglobine et des globules du sang sous l'influence du séjour aux hautes altitudes. Ces recherches donnaient jusqu'à un certain point une explication de l'action bienfaisante du climat de montagne. Elles semblaient expliquer également l'immunité vis-à-vis du mal des montagnes dont jouissent les montagnards ou les personnes acclimatées. Il est établi aujourd'hui que l'augmentation du nombre des globules n'est qu'apparente ou relative. Elle dépend de la transsudation d'une partie du plasma à travers la paroi des capillaires. Le total des globules rouges du corps n'a pas augmenté; mais, comme le volume du plasma a diminué, il en résulte que le millimètre cube de sang

¹ PHILIPS : *Arch. intern. Physiol.*, 1905, t. II, p. 286.

² OTTO COHNHEIM : *Physiologie des Alpinismus. Ergebn. d. Physiol.*, (1), p. 612.

montre une proportion exagérée de globules. Il n'est, d'ailleurs, nullement prouvé que ce changement du sang doive être rapporté directement à la diminution de pression ou de tension d'oxygène.

On constate aussi dans la montagne une augmentation marquée de la consommation de l'oxygène, tant chez l'individu au repos que chez l'individu se livrant au travail musculaire. Comme cette augmentation ne se montre pas en ballon ou sous la cloche pneumatique, il semble bien qu'on ne doive pas la rapporter à la simple diminution de pression ou à l'abaissement de la tension de l'oxygène. Georges Küss¹, opérant à Chamonix et à l'Observatoire Vallot du Mont-Blanc (4.350^m), n'avait d'ailleurs pas observé d'augmentation dans la valeur des échanges respiratoires.

Quant au malaise connu sous le nom de *mal des montagnes*, et que Paul Bert attribuait à l'*anoxémie*, c'est-à-dire à la diminution de tension de l'oxygène respiré, il semble bien que les explications mises en avant par les adversaires de la théorie de l'anoxémie sont contredites par l'expérience. C'est ainsi que Mosso avait considéré le mal des montagnes comme une espèce d'apnée, due à la diminution de la tension de CO² dans l'air des alvéoles pulmonaires, l'*acapnie* (absence de fumée, de CO²), comme il avait appelé cet état.

La théorie de l'acapnie ne paraît plus soutenable et celle de l'anoxémie reprend le dessus. La diminution de la tension de l'oxygène semble donc toujours jouer un rôle important dans la genèse du mal des montagnes, quoiqu'il semble probable que d'autres facteurs interviennent encore.

Un dernier phénomène signalé par Mosso², c'est l'apparition de la respiration périodique, rappelant la respiration de Cheyne-Stokes. Elle s'est montrée tant au laboratoire du Mont-Rose que dans les ascensions en ballon.

§ 2. — Régulation des mouvements respiratoires.

Haldane, Fitzgerald et Priestley³ ont fait sur l'homme de nombreuses expériences sur la composition de l'air alvéolaire : ils ont montré la grande importance que présente la tension de CO² dans cet air. La teneur de CO² est remarquablement constante chez un même sujet, malgré les variations de pression barométrique ou celles de composition chimique de l'air respiré. Ces variations provoquent des changements dans la mécanique respiratoire, qui arrivent à compenser presque exactement les causes perturbatrices extérieures et ramènent la

tension de CO² à sa valeur normale moyenne dans l'air des alvéoles du sujet considéré. CO² constitue ainsi le véritable régulateur de la respiration. C'est par l'intermédiaire de CO² du sang que l'air des alvéoles agit sur les centres respiratoires pour modifier à chaque instant la mécanique respiratoire et l'accommoder aux besoins de l'organisme. Les auteurs se rallient complètement à la théorie qui attribue l'apnée obtenue par ventilation pulmonaire exagérée à une diminution de tension de CO² du sang, et qui ne fait jouer à la tension de l'oxygène qu'un rôle tout à fait secondaire.

Il est regrettable que les auteurs anglais, dans un travail exécuté avec toute la perfection technique moderne, utilisent encore les unités anglaises pour les mesures de longueur, alors que les mesures de volumes et de poids sont prises au système métrique.

§ 3. — Remplacement de l'azote atmosphérique par l'hydrogène.

La vie serait physiologiquement impossible dans une atmosphère terrestre dans laquelle il remplacerait Az, comme le montre Maracchi dans ses expériences, à cause du calorique spécifique élevé de l'hydrogène. On y mourrait de froid⁴.

Dans le mélange d'O et d'H, fait exactement dans les proportions de l'O et de l'Az de l'air, les animaux respirent plus activement ; mais cette suractivité plus grande des combustions organiques ne parvient pas à compenser l'augmentation des pertes de chaleur : les animaux se refroidissent et meurent. L'indifférence du gaz hydrogène est donc une légende.

§ 4. — Absorption de CO² et exhalation d'O² par les chrysalides.

M^{lle} von Linden⁵ étudie la respiration des chrysalides du papillon flambe (*Papilio podalirius*), et constate que ces chrysalides se comportent comme les parties vertes des végétaux. Pendant la nuit, elles absorbent O² et produisent CO² ; pendant le jour, elles peuvent, au contraire, dans certaines circonstances, absorber (et assimiler ?) CO² et exhaler O². Le fait est tellement étonnant qu'il demande confirmation.

§ 5. — Position neutre du poumon vis-à-vis des fibres pulmonaires du pneumogastrique.

On connaît les célèbres expériences de Brener-Hering sur l'effet réflexe d'inspiration que produit l'état d'affaissement du poumon et sur l'effet réflexe

¹ GEORGES KÜSS : *Arch. Physiol. et Pathol. gén.*, 1905, p. 982.

² A. MOSSO : *Arch. ital. Biol.*, 1905, t. XLII, p. 81.

³ HALDANE et PRIESTLEY, FITZGERALD et HALDANE : *Journ. of Physiol.*, 1905, t. XXXII, p. 225 et 486.

⁴ MARACCHI : *Arch. ital. Biol.*, t. LXII, p. 78.

⁵ M. VON LINDEN : *C. R. Soc. Biol.*, 1905, t. LIX, p. 692, 694, 696.

d'expiration provoqué par l'insufflation pulmonaire. Il s'agit dans les deux cas de réflexes ayant pour point de départ l'excitation mécanique des terminaisons intrapulmonaires du vague, par dilatation ou resserrement des alvéoles pulmonaires.

Ishihara¹ a cherché quel est l'état d'affaissement pulmonaire dans lequel le vague n'agit point, c'est-à-dire tel que la suppression physiologique du vague par anélectrotonus (courant constant, une électrode négative entre deux électrodes positives) n'amène ni réflexe d'inspiration ni réflexe d'expiration. Il a constaté que la *position neutre* du poumon, dans laquelle n'interviennent ni l'action expiratrice du vague, ni son action inspiratrice, correspond à un volume pulmonaire inférieur à celui de l'expiration normale, tranquille, c'est-à-dire à une pression négative de 15 à 30^{mm} de mercure. L. Pflücker² avait montré que l'anélectrotonus, ou l'excitation avec trois électrodes, appliqué au vague, y supprime la conduction sans amener de phénomènes d'excitation, et équivaut donc à l'application du froid préconisée autrefois par Gad.

§ 6. — Fibres d'inspiration et d'expiration du vague.

Un certain nombre de physiologistes n'admettent pas l'existence dans le vague des deux espèces de fibres réflexes qui sont censées intervenir dans les expériences de Breuer-Hering, mais seulement des fibres d'expiration.

Seeman³ et Alcock ont trouvé que, si l'on coupe un pneumogastrique chez le lapin et si l'on introduit le bout périphérique coupé dans le circuit de l'électromètre capillaire, les déplacements du ménisque indiquent une variation négative, tant à l'insufflation du poumon qu'à son retrait. Il y a donc excitation de certaines fibres nerveuses du vague dans les deux cas, et pas seulement au moment de l'insufflation.

Les auteurs admettent cependant que, dans la respiration normale, les fibres d'expiration (arrestatrices de l'inspiration) entrent seules en jeu.

IV. — MOUVEMENTS.

§ 1. — Complexité de l'innervation centrifuge des muscles.

La plupart des spécialistes sont à présent d'accord pour distinguer au moins deux catégories de fibres nerveuses pour l'innervation centrifuge des muscles. Bottazzi, Fano, Joteyko admettent que l'une de ces catégories de fibres nerveuses se termine aux

fibrilles contractiles et préside à la secousse ou contraction brève du muscle; la seconde catégorie de fibres nerveuses centrifuges aboutirait au sarco-plasme, ou substance demi-liquide qui entoure les fibrilles contractiles à l'intérieur de l'élément musculaire, et donnerait lieu par son excitation à une forme plus allongée de contraction ou de contraction.

D'autres auteurs comprennent différemment cette dualité de l'innervation centrifuge des muscles. Mangold⁴ admet que, des deux fibres nerveuses que chaque élément moteur reçoit au moins chez les animaux articulés, l'une est *motrice* proprement dite et l'autre *arrestatrice*, provoquant par son excitation le relâchement du muscle.

Von Trzeciecki⁵ admet, comme Bottazzi, des nerfs présidant aux contractions cloniques des muscles, conduisant à des contractions énergiques brusques, suivies d'un relâchement immédiat; ce sont les nerfs moteurs ordinaires, qui sortent de la moelle par les racines antérieures. Les muscles recevraient, en outre, des nerfs d'innervation tonique, qui quitteraient la moelle par les racines postérieures, et seraient les agents du *tonus* musculaire; ils fixeraient l'état de contraction des muscles et empêcheraient leur relâchement trop brusque. Les deux innervations seraient mises en jeu dans tous les mouvements que nous exécutons.

On sait depuis longtemps que la section des racines postérieures abolit le tonus musculaire; mais on admettait que c'était la conséquence de la suppression d'innervations centripètes, devant agir par voie réflexe sur les muscles. D'après von Trzeciecki, il s'agit simplement d'une interruption directe des voies de l'innervation tonique musculaire, qui suit les racines postérieures en sens centrifuge.

Nous nous trouverions devant un nouvel exemple d'exception à la loi de Bell-Magendie, en vertu de laquelle les racines antérieures contiendraient toutes les fibres centripètes.

§ 2. — Analyse de la courbe de fatigue musculaire.

Nous devons à M^{lle} Joteyko⁶ une étude très documentée sur la courbe de la fatigue, telle que la fournit l'*ergographe* de Mosso. Le sujet exécute une série nombreuse de mouvements énergiques jusqu'à production d'une fatigue intense; il soulève toutes les deux secondes un poids de plusieurs kilogrammes au moyen de la flexion du doigt. La hauteur de chaque soulèvement s'inscrit sous

¹ ISHIHARA : *Arch. f. d. ges. Physiol.*, 1905, t. CVI, p. 386.

² PFLÜCKER : *Id.*, 1905, t. CVI, p. 372.

³ SEEMAN : *Zentralbl. f. Physiol.*, 1905, t. XIX, p. 304 et *Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. CVIII, p. 426.

⁴ MANGOLD : *Zentralbl. f. Physiol.*, 1905, t. XIX, p. 336; *Zeits. f. allg. Physiol.*, 1905, t. V, p. 135.

⁵ VON TRZECIECKI : *Arch. f. Physiol.*, 1905, p. 306, 379.

⁶ JOTEYKO : *Bull. Acad. Sc. Belgique*, 5 mai 1904.

forme d'une droite ou ordonnée sur le cylindre enregistreur animé d'un mouvement lent de rotation. En reliant les sommets des différentes droites inscrites successivement, on obtient la *courbe de fatigue*, qui s'incline graduellement vers l'abscisse.

L'auteur croit pouvoir assimiler cette courbe à une parabole du troisième degré. La hauteur de chaque ordonnée (droite correspondant à un effort de soulèvement du poids) serait représentée par la formule :

$$n = H - at^3 + bt^2 - ct,$$

dans laquelle H représente l'ordonnée initiale, maximale; t , le temps écoulé depuis le début de l'expérience; a , b , c , des paramètres ou facteurs qui varient suivant les sujets et les conditions de chaque série d'expériences.

La courbe ergographique se trouverait donc à chaque instant sous l'influence des trois facteurs a , b , c . L'auteur admet que le facteur positif b , qui tend à élever la courbe suivant le carré du temps ($+bt^2$), doit représenter l'action des centres nerveux moteurs, qui grandirait au cours du travail ergographique. Les paramètres négatifs a et c sont attribués à des processus qui s'accomplissent dans le muscle même et qui ont pour effet de diminuer progressivement le travail utile. La constante négative c , qui tend à abaisser la courbe proportionnellement au temps, correspondrait à la diminution des réserves de combustible musculaire, tandis que l'autre constante négative a , qui tend à diminuer l'énergie suivant le cube du temps, caractériserait la perte de puissance due à l'intoxication locale des déchets de la combustion organique.

Cette hypothèse s'appuie sur de nombreuses séries d'expériences, dans lesquelles l'auteur étudie diverses influences (ingestion d'alcool, de sucre, de caféine, anémie du bras, etc.), qui, dans son idée, agissent principalement sur les processus physiologiques dont dépendent les valeurs a , b , c . On peut ne pas se rallier à quelques-unes des conclusions de l'auteur, notamment à la signification attribuée au facteur b ; on n'en doit pas moins louer et encourager cette tentative d'étude rigoureuse d'un phénomène aussi complexe que la fatigue musculaire.

V. — SYSTÈME NERVEUX.

§ 1. — Propriétés générales des fibres nerveuses. Identité fonctionnelle des différentes catégories des fibres nerveuses.

C'est grâce au système nerveux que les différentes parties du corps sont reliées fonctionnellement, et peuvent réagir pour ainsi dire instantanément les unes sur les autres. Les nerfs transmettent vers les centres les excitations émanées du monde extérieur, et qui ont impressionné la surface sen-

sible de l'organisme; ils sont également chargés de transporter, des centres vers la périphérie, les impulsions motrices et autres, qui provoquent dans les organes périphériques les réactions motrices, glandulaires, etc. Enfin, c'est également par des fibres nerveuses que les différentes parties des centres nerveux communiquent entre elles.

On a fort justement comparé notre système nerveux au réseau télégraphique qui relie entre elles les différentes localités d'un pays. Dans cette comparaison, les nerfs sont les fils conducteurs du télégraphe; les organes terminaux auxquels aboutissent les conducteurs nerveux, tant du côté de la périphérie que du côté des centres, représentent les bureaux télégraphiques d'expédition et de réception des dépêches.

Comme les fils télégraphiques, les nerfs seraient, pour la plupart des physiologistes, des *conducteurs indifférents*, qui pourraient transmettre les dépêches (c'est-à-dire l'excitation) dans les deux sens de leur trajet. Cette doctrine de l'*identité* du processus nerveux dans les différents nerfs, tant centripètes que centrifuges, a été remise en question de différents côtés. On a signalé une série de circonstances dans lesquelles les nerfs sensibles, ou les différentes catégories de nerfs centrifuges, ne répondraient pas de la même façon aux mêmes causes d'excitation, d'anesthésie, etc.

En voici un exemple récent : On sait que l'application locale de cocaïne sur un tronc nerveux constitue un moyen d'y supprimer la conductibilité. Or, tout récemment, Dixon¹ a constaté que, dans les nerfs mixtes des membres, les fibres sensibles sont atteintes par la cocaïne bien avant les fibres motrices. De même, la cocaïne agit sur les fibres centripètes du pneumogastrique plus tôt que sur les fibres centrifuges, et sur les vaso-constricteurs de préférence aux vaso-dilatateurs. La cocaïne constitue donc un moyen de dissociation physiologique des fibres nerveuses de dignité différente, contenues dans un même tronc nerveux. L'étude de l'action comparée du froid sur les troncs nerveux moteurs ou sensibles, de celle du chaud, du contact des solutions salines, de l'excitant électrique, etc., avait été également invoquée, comme on sait, contre la doctrine de l'*identité* du processus d'excitation dans les différents conducteurs nerveux.

Cependant, Gad et d'autres ont montré que les faits précédemment signalés pouvaient à la rigueur s'expliquer, sans qu'il fût nécessaire de recourir à l'hypothèse d'une différence fonctionnelle fondamentale entre les catégories physiologiques de fibres nerveuses, différence contredite par tant d'autres faits.

¹ E. DIXON : *J. of Physiol.*, t. XXXII, p. 87, 1906.

Parmi les données récentes qui impliquent la notion de l'identité ou de la parenté étroite du fonctionnement des différentes catégories de fibres nerveuses, il faut citer avant tout les expériences de suture de nerfs différentes réalisées par Langley et ses élèves. Langley sectionne, par exemple au cou, le pneumogastrique ainsi que le cordon du grand sympathique; il suture le bout central du premier nerf avec le bout périphérique (céphalique) du grand sympathique, et constate au bout d'un certain temps que l'excitation du pneumogastrique opéré produit les effets physiologiques habituels de celle du grand sympathique: dilatation de la pupille, constriction vasculaire céphalique, etc.

Voici une autre expérience due à Erlanger¹: On sectionne le pneumogastrique cervical ainsi qu'une branche voisine du plexus brachial (provenant des 3^e et 6^e paires cervicales). Le bout central du nerf cervical est suturé avec le bout périphérique du pneumogastrique. On constate au bout d'un certain temps la régénération de ce bout périphérique, tant au point de vue anatomique que physiologique: ainsi l'excitation artificielle du bout périphérique provoque l'arrêt du cœur; de même, ce bout périphérique peut servir de voie efférente aux réflexes cardio-modérateurs, consécutifs à l'excitation d'autres nerfs centripètes, ainsi qu'à l'action tonique cardio-inhibitrice normale, exercée par le système nerveux central. Les fibres appartenant au bout central du nerf cervical suturé accomplissent donc à présent, dans l'organisme, des fonctions auxquelles elles étaient primitivement étrangères. Il faut admettre également que leurs cellules d'origine sont devenues des centres d'inhibition cardiaque.

Cependant, Langley et ses élèves n'ont pas réussi à obtenir la réunion d'un nerf centrifuge avec un nerf centripète.

§ 2. — Le neurone et la régénération autogène des nerfs périphériques.

Les discussions ne finiront pas de si tôt entre les partisans et les adversaires de la théorie du neurone. L'année qui vient de finir a vu paraître plusieurs travaux importants, consacrés à la démolition de la notion du neurone et à la défense de la doctrine des neurofibrilles, parmi lesquels nous citerons ceux de F. Hartmann², E. S. London³, et les Mémoires d'Oscar Schultze⁴ sur l'origine pluricellulaire des nerfs périphériques chez les larves de Batraciens; de Bethe, Raimann, Head et Ham⁵

sur la régénération autogène des nerfs périphériques. E. Lugaro¹, Cajal² se prononcent, au contraire, énergiquement contre la régénération des nerfs périphériques, indépendante du système nerveux central.

Lugaro fait observer que Bethe, Raimann et d'autres, dans leurs expériences de régénération du bout périphérique du sciatique (après section du nerf et arrachement de son bout central, y compris les ganglions spinaux correspondants), n'avaient pas exclu la possibilité d'une pénétration dans le bout périphérique du sciatique de fibres provenant du crural ou de l'obturateur. Lugaro s'est mis à l'abri de cette cause d'erreur, en extirpant chaque fois l'ensemble des nerfs lombo-sacrés, y compris les ganglions spinaux. Dans ce cas, il n'y a jamais le moindre signe de régénération dans les bouts périphériques des nerfs coupés.

Cajal affirme avoir constaté directement, par sa nouvelle méthode d'imprégnation au nitrate d'argent, la participation du moignon central du sciatique coupé dans la régénération de son bout périphérique. Les cylindres d'axes, sectionnés au niveau du bout central, s'allongent en présentant une extrémité rentlée en forme d'olive, qui parvient à gagner la périphérie à travers tous les obstacles.

Comme je l'ai dit dans ma revue de l'an dernier, certains faits de régénération, notamment les expériences de Traus, consistant à transplanter des moignons de membres chez les larves de Batraciens, semblent démontrer la possibilité d'une formation autogène des nerfs périphériques, indépendamment des cellules du système nerveux central. Ces faits, incompatibles avec la théorie du neurone compris comme unité embryologique, sont en somme, au point de vue physiologique, d'intérêt secondaire. Le neurone pluricellulaire peut rendre en Physiologie les mêmes services, et présenter la même importance, que le neurone unicellulaire. On peut dire que le neurone, considéré comme unité *physiologique* du système nerveux, a jusqu'à présent assez bien résisté aux attaques dont il a été l'objet, surtout de la part des histologistes.

Les vrais adversaires de la théorie du neurone, avec Bethe et Apathy à leur tête, considèrent le système nerveux comme formé d'un réseau de neurofibrilles, passant les unes dans les autres, aussi bien à la périphérie que du côté des centres nerveux. Les cellules nerveuses ne seraient que des lieux de passage ou d'entre-croisement de ces fibrilles. Leur importance fonctionnelle serait purement nutritive. Il y aurait partout continuité de ces fibrilles, et la notion de l'individualité fon-

¹ ERLANGER: *Amer. J. of Physiol.*, 1905, t. XIII, p. 372.

² HARTMANN: *Die Neurofibrillenlehre*. Braunmüller, 1903.

³ E. S. LONDON: *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXVI, III.

⁴ OSKAR SCHULTZE: *Arch. f. d. g. Physiol.*, 1905, t. CVIII, p. 72.

⁵ HEAD et HAM: *J. of Physiol.*, 1905, t. XXXII, p. 9.

¹ LUGARO: *Neurol. Centralbl.*, 1905, t. XXIV, p. 1143.

² CAJAL: *C. R. Soc. Biol.*, 1905, t. LIX, p. 420 et 422.

ionnelle ou anatomique des neurones serait une illusion. On aurait pu faire à la théorie de Bethe et Apathy, qui ne considère dans le système nerveux qu'un seul élément, la neurofibrille, une objection assez importante. Comment se fait-il que la substance des centres nerveux soit si sensible à la suppression de la circulation et aux autres agents vulnérants, alors que les nerfs périphériques, ou la substance blanche, présentent une résistance pour ainsi dire illimitée à ces mêmes actions nuisibles, si en somme l'élément physiologique actif est le même dans les deux cas ?

Les observations de Scheven répondent à cette objection.

Scheven⁴, en effet, a montré que l'anémie aiguë des centres nerveux encéphaliques du chien et du lapin (par injection de paraffine fondue dans les carotides et embolie des artères nourricières du cerveau) supprime aussi bien les fonctions de la substance blanche que celles de la substance grise des hémisphères. Dans ces conditions, on n'observe plus aucun effet moteur par l'excitation électrique de la substance blanche sous-corticale, pratiquée au niveau des centres de Hitzig pour les mouvements des membres. Il n'y a donc pas de différence profonde entre la substance grise (cellules nerveuses) et la substance blanche (fibres nerveuses) des hémisphères cérébraux, au point de vue de la résistance à l'anémie.

Cette différence est profonde, au contraire, entre la substance blanche des hémisphères et celle des nerfs périphériques. La même différence s'observe, d'ailleurs, entre les cellules des centres nerveux encéphalo-rachidiens et celles de certains ganglions périphériques, ceux du cœur notamment, comme on le verra plus loin.

§ 3. — Cellules nerveuses.

1. *Action élective de la strychnine sur les cellules nerveuses sensibles. Action du phénol sur les cellules nerveuses motrices.* — J'ai montré, il y a quelques années, que l'anémie aiguë de la moelle épinière lombaire, réalisée par l'occlusion ou la ligature de l'aorte thoracique, constitue chez le chien un procédé de dissociation des fonctions motrices et sensibles de la substance grise. Les cellules motrices sont atteintes et paralysées bien avant les cellules sensibles, par les effets de l'anémie. Baglioni réalise une dissociation analogue en utilisant les propriétés de la strychnine et du phénol. La strychnine excite d'une façon élective les cellules sensitives des cornes postérieures de la substance grise de la moelle, tandis que le phénol et ses dérivés sont les excitants spécifiques des cellules

motrices des cornes antérieures. En répétant ces expériences d'intoxication sur des mollusques céphalopodes, des crustacés, des sponcles, il a pu généraliser les données fournies par l'étude du système nerveux des Vertébrés. Chez tous ces animaux, la strychnine constitue un réactif physiologique des éléments nerveux sensitifs, tandis que le phénol est l'excitant spécifique des éléments nerveux moteurs. C'est là un fait d'une portée générale des plus importantes. On peut le rapprocher de l'action élective paralysante que la nicotine exerce, suivant Langley, sur les cellules ganglionnaires du grand sympathique.

2. *Résistance des cellules nerveuses à l'anémie.*

— Une expérience de Danilewsky semble indiquer que certaines cellules nerveuses peuvent survivre pendant de longues heures après la mort de l'animal et la suppression de toute circulation, alors que les nerfs seuls étaient jusqu'à présent censés présenter cette propriété.

Cette expérience consiste à soumettre à une circulation artificielle de sang ou de liquide nutritif un cœur de mammifère extrait du corps plus de vingt-quatre heures après la mort de l'animal. Langendorff, Kuliabko et d'autres ont constaté, dans ces conditions, la restauration des fonctions du cœur et la reprise de ses pulsations rythmées spontanées. Danilewsky a essayé avec un plein succès, sur un cœur ressuscité ainsi de longues heures après la mort de l'animal, les effets de l'excitation artificielle des nerfs d'arrêt, qui sont contenus dans le tronc du pneumogastrique : il a obtenu le ralentissement ou même l'arrêt des pulsations cardiaques. On admet, en général, que l'action d'arrêt du pneumogastrique s'exerce sur le cœur par l'intermédiaire de cellules nerveuses ganglionnaires : si cette opinion correspond à la réalité, il en résulte que les cellules des ganglions d'arrêt du cœur peuvent supporter pendant vingt-quatre heures au moins l'arrêt de la circulation et peuvent encore être ressuscitées après ce long laps de temps.

D'autres cellules nerveuses, appartenant également au système sympathique (ou autonome de Langley), se comportent, au contraire, sous ce rapport, comme les cellules des centres nerveux cérébro-spinaux. Ainsi Tuckett⁵ a constaté que, si l'on isole au point de vue circulaire le ganglion cervical supérieur chez le lapin, les cellules y subissent en quelques heures une dégénérescence histologique des plus marquées, qui est complète au bout d'un petit nombre de jours.

Marinesco⁶ constate également des altérations dé-

⁴ SCHEVEN : *Arch. f. Psychiatr.*, t. XXXIX, 1904, p. 469.

⁵ TUCKETT : *J. of Physiol.*, 1905, t. XXXII, p. 77.

⁶ MARINESCO : *Rev. neurol.*, 1905, t. XIII, p. 657.

généralives profondes dans les cellules motrices de la moelle épinière à la suite de la section de la moelle pratiquée au-dessus d'elles (ou de l'extirpation de la zone motrice corticale correspondante), combinée avec la section des nerfs périphériques correspondants.

Cet isolement physiologique, par interruption des connexions nerveuses avec la périphérie et les centres, qui supprime l'activité fonctionnelle de la cellule nerveuse, a pour effet une perturbation complète de la nutrition de cet élément histologique.

§ 4. — Le système nerveux autonome de Langley ou système nerveux viscéral de Gaskell.

Depuis Bichat, les anatomistes et les physiologistes opposent le système nerveux grand sympathique ou de la vie végétative au système nerveux cérébro-spinal ou de la vie animale.

L'objection que l'on peut faire à cette division schématique, c'est qu'un certain nombre de nerfs, appartenant au système nerveux cérébro-spinal, parmi lesquels on peut citer en première ligne le pneumogastrique, se distribuent, comme le grand sympathique, à des organes viscéraux ou à des muscles lisses.

Langley a insisté sur les caractères communs, anatomiques et physiologiques, que présentent ces nerfs (rameaux de l'oculo-moteur commun, du glosso-pharyngien, du pneumogastrique, etc.) avec ceux du grand sympathique. Il a proposé en 1898 de les réunir sous le nom de *système nerveux autonome* et n'a cessé, depuis, d'approfondir cette intéressante question.

Le *système nerveux autonome*¹ préside à l'innervation centrifuge des muscles lisses de l'œil, du tube digestif, de la rate, des organes génito-urinaires, des vaisseaux, à celle du cœur et des glandes. Ce système nerveux tirerait son origine de quatre portions du système nerveux central :

A. Le mésocéphale innerve, par l'intermédiaire de l'oculo-moteur commun, le sphincter de l'iris et le muscle ciliaire ;

B. Le bulbe innerve, par l'intermédiaire du facial, du glosso-pharyngien et du pneumogastrique, le cœur ainsi que les glandes et les muscles lisses de la bouche, du nez, du pharynx, des voies respiratoires et d'une partie du tube digestif ;

C et D. La moelle épinière, par ses régions dorsale et lombaire supérieure, d'une part (grand sympathique), par la région sacrée moyenne, de l'autre, innerve les vaisseaux du corps tout entier, les glandes sudoripares, le dilatateur de l'iris et le

muscle orbitaire, les muscles lisses du tube digestif, de la rate et du système urogénital.

Partout, le système nerveux autonome a pour point de départ des fibres nerveuses qui émanent du système nerveux central, où elles ont leurs cellules d'origine. Ces fibres et ces cellules constituent le premier neurone ou *neurone central*. Ces fibres, dites *préganglionnaires* (les fibres précellulaires de Koelliker), se mettent en relation à la périphérie avec des cellules nerveuses ganglionnaires, situées en dehors du système nerveux central, dans des ganglions (ganglions du sympathique ou autres).

Ces cellules nerveuses constituent le point de départ d'un second neurone ou *neurone périphérique* : elles émettent des fibres dites *post-ganglionnaires* (fibres post-cellulaires de Koelliker), se rendant directement aux organes périphériques innervés par le système nerveux autonome.

On peut donc considérer le système nerveux autonome comme une émanation du système nerveux cérébro-spinal, présentant partout cette particularité histologique de l'interruption de la voie centrifuge par intercalation de cellules nerveuses, constituant un second neurone ou *neurone périphérique*.

Cette intercalation se constate par la méthode de la dégénérescence wallérienne, qui, après section des fibres préganglionnaires, ne progresse pas jusqu'à la périphérie et n'envahit jamais le second neurone au niveau duquel elle s'arrête (Gaskell). On peut la vérifier également par l'empoisonnement par la nicotine, qui exerce une action élective paralysante sur la cellule du second neurone. Langley² a montré, par exemple, que, chez un animal empoisonné par la nicotine, l'excitation des fibres préganglionnaires n'a plus d'action sur la périphérie, puisqu'elle est arrêtée au niveau du ganglion, tandis que la fibre post-ganglionnaire conserve son excitabilité intacte. Le simple badigeonnage du ganglion par une solution diluée de nicotine produit le même effet de paralysie locale.

On remarquera que le schéma de Langley, généralement adopté actuellement, ne mentionne que les nerfs centrifuges du grand sympathique. Les nerfs centripètes y seraient peu importants et manqueraient même dans certaines régions, par exemple dans le grand sympathique cervical. Ces fibres centripètes auraient leur centre trophique dans les ganglions spinaux, suivant Langley. Enfin, ce schéma ne concernerait pas les plexus nerveux de l'intestin, qui constitueraient un système tout à fait à part.

¹ PAUL SCHULTZ : Das sympathische Nervensystem, dans le *Handb. d. Physiol.*, de W. Nagel, 1905, t. IV.

² LANGLEY et MAGNUS : *J. of Physiol.*, 1905, t. XXXIII, p. 34.

VI. — ORGANES DES SENS.

§ 1. — Caractères communs aux différentes sensations.

Certaines particularités, étudiées plus spécialement dans le fonctionnement de l'œil, se retrouvent à des degrés divers dans les autres organes des sens.

En ce qui concerne les sensations de froid et de chaud, Urbantschitsch ¹ établit l'existence de sensations analogues aux images accidentelles visuelles, au contraste simultané et à l'irradiation. Le froid et le chaud montrent, dans certaines de ses expériences, une opposition analogue à celle des couleurs complémentaires. Ainsi une application de froid peut laisser persister une impression de froid, à laquelle succède une impression de chaud (images positive et négative). Une sensation de chaud peut se montrer autour d'une impression de froid (contraste simultané). Les phénomènes d'irradiation sont également très marqués dans ce domaine. De même, le son peut laisser après lui une image accidentelle auditive. Ce son accidentel peut avoir une hauteur un peu différente du son primitif exciteur. On entend parfois simultanément les deux sons (sans qu'il se produise de battements, même s'ils sont très voisins).

§ 2. — Quantités minima d'énergie nécessaires pour exciter les différents organes des sens.

Zwaardemaker ² a cherché à déterminer les *minima* correspondant au seuil d'excitation des différentes sensations. Il constate que, dans la vision, l'audition et probablement l'olfaction, l'excitation dépend de la quantité d'énergie mise en jeu; pour les sensations de chaleur, ce ne serait pas la quantité, mais l'intensité de l'énergie qui exciterait; dans l'excitation par l'électricité, ce serait la quantité, ou plutôt la différentielle de la quantité prise par rapport au temps.

Zwaardemaker n'ose se prononcer sur la question de savoir si ces différences, en apparence chaotiques, tiennent à la nature des choses, ou à notre ignorance momentanée.

§ 3. — Vision.

1. *La vision en général.* — Signalons une monographie : *La Vision*, par J.-P. Nuel, parue dans la Bibliothèque de Psychologie expérimentale de Toulouse (O. Doin, Paris).

Depuis quelques années, se fait jour de divers côtés une réaction contre ce qu'on appelle les abus

des données du sens intime en physiologie des organes des sens. Suivant les partisans de cette tendance, on devrait, au moins en Physiologie comparée, proscrire l'emploi de toute notion psychologique. Puisque nous ne saurons jamais rien de certain au sujet des données éventuelles du sens intime chez les animaux, il faut éviter de parler des sensations hypothétiques chez les animaux, et d'envisager ces sensations (ou d'autres catégories psychiques) comme les incitateurs des mouvements. Les actions les plus diverses des animaux doivent être envisagées comme étant l'expression de processus physiologiques.

Ces principes ont été posés par divers auteurs; ils ont même été mis en pratique à propos de telle ou de telle photo-réaction. Le travail de M. Nuel est le premier essai pour envisager à un point de vue exclusivement physiologique toutes les photo-réactions des animaux, ou au moins leurs photo-réactions principales.

Les partisans de la nouvelle tendance se bornent généralement à vouloir appliquer leurs principes aux seuls animaux. Faut-il donc admettre deux physiologies, l'une animale, l'autre humaine, la première purement physiologique, la seconde psychologique, celle-ci voyant, comme on le fait généralement, dans les sensations visuelles le but réel des photo-réceptions, et invoquant, comme incitateur des mouvements visuels, soit des sensations visuelles, soit des sentiments de plaisir ou de déplaisir, ou encore la volonté, etc. ?

Il suffit d'énoncer cette hypothèse pour la réfuter. Si ces principes sont vrais, il faut qu'ils soient également applicables à l'homme.

M. Nuel croit avoir réussi à envisager à un point de vue exclusivement physiologique la vision humaine de la direction et celle de la distance. Il est d'avis qu'il serait possible, bien que très laborieux, de traiter de même la vision de la grandeur chez l'homme. Il émet des idées à lui sur la manière dont le physiologiste doit tenir compte des faits psychiques dits de vision spectrale.

2. *La vision crépusculaire.* — Parmi les innombrables Notes et Mémoires qui paraissent chaque année sur la physiologie de la vision, nous ne retiendrons cette fois que ceux qui se rapportent à la vision par les bâtonnets et la rouge rétinienne, qui, suivant la théorie de Parinaud et de von Kries, correspond à la vision de l'œil adapté pour l'obscurité, à la vision que l'on pourrait appeler *crépusculaire*.

W. Trendelenburg ¹ constate que l'action destructive, exercée par les différentes régions du

¹ U. URBANTSCHITSCH : *Arch. f. d. g. Physiol.*, 1905, t. CX, p. 437.

² ZWAARDEMAKER : *Ergbn. d. Physiol.*, 1905, t. IV, p. 423.

¹ W. TRENDLENBURG : *Zeits. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.*, 1905, t. XXXVII, p. 1.

spectre sur le rouge rétinien, est proportionnelle à l'intensité lumineuse de ces différentes régions, telle qu'elle est perçue par l'œil adapté pour l'obscurité. On sait que le maximum lumineux est, dans ce cas, dans le vert (et non dans le jaune, comme pour la rétine adaptée à une lumière plus vive).

L'altération du pourpre rétinien paraît donc bien constituer le processus de photo-réception dans la vision s'exerçant à l'obscurité, par l'intermédiaire des bâtonnets.

Piper¹ est arrivé à des résultats concordants, en étudiant les phénomènes électriques (courants d'action) présentés par la rétine d'yeux énucléés, mais vivant encore, et que l'on soumet aux différentes régions du spectre. Pour les yeux d'oiseaux nocturnes (à pourpre rétinien et bâtonnets), le maximum du courant d'action se montre pour le vert, — qui correspond également au maximum de luminosité dans la rétine adaptée à l'obscurité. La courbe qui représente ici l'intensité des courants d'action pour les différentes régions du spectre a la même allure que la courbe de l'intensité avec laquelle ces différents rayons sont absorbés par le pourpre rétinien, et celle de leur intensité lumineuse (œil adapté pour l'obscurité).

Piper a fait des constatations analogues pour les yeux d'oiseaux diurnes (vision par les cônes) ici, le maximum du courant d'action s'obtient pour le jaune orangé, qui est également la région la plus lumineuse du spectre.

Ces travaux sont donc tout à fait confirmatifs de la théorie qui attribue la vision crépusculaire de l'œil aux bâtonnets et au rouge rétinien, tandis que la vision en pleine lumière correspondrait à la mise en jeu des autres activités rétinienne.

§ 4. — Audition.

Bornons-nous à signaler les intéressants travaux de Bard² sur l'orientation et l'accommodation auditives et la perception des formes acoustiques; de Robert Yerkes³ sur l'audition chez la grenouille; de Zwaardemaker⁴ sur l'organe de Corti, de Quix et Minkema⁵ sur la sensibilité musicale de l'oreille; de Kretschmann⁶ sur la fonction des cavités aériennes de l'oreille; de Sternberg⁷, Beyer⁸,

Zwaardemaker¹ sur le goût et l'olfaction; de Alexander et Barany² sur l'appareil des statolithes; de Radl³ sur l'orientation statique et optique; de Schneider⁴ sur l'orientation du pigeon voyageur.

§ 5. — Toucher.

1. *Sensibilités profonde, propathique et épieritique.* — Head, Rivers et Sherren⁵ admettent, dans les différentes régions du corps, trois formes de sensibilité réalisées chacune par un appareil sensoriel périphérique spécial: la *sensibilité profonde*, la *sensibilité propathique* et la *sensibilité épieritique*.

C'est principalement par l'analyse minutieuse de la réapparition des différentes formes de sensibilité après section accidentelle des nerfs sensibles des extrémités, chez un grand nombre de patients humains soignés dans les hôpitaux de Londres, qu'ils ont été conduits à bouleverser complètement les notions classiques sur les diverses formes des sensibilités cutanée ou profonde. Ils ont également pratiqué sur l'un d'eux la section du nerf médian, afin d'étudier avec plus de soin les effets de cette section.

Voici en quoi se distinguent les trois formes de sensibilité indiquées plus haut :

1° La *sensibilité profonde* se rapporte à une partie des sensations classiques de pression et de douleur. C'est la sensibilité obscure, mal localisée, qui persiste après section des nerfs sensibles proprement dits d'une région et qui fait que nous percevons encore, après cette section des nerfs, les déplacements du membre et les pressions que l'on exerce sur la peau.

Cette forme de la sensibilité s'exerce par des fibres nerveuses qui accompagnent les nerfs moteurs et suivent ensuite le trajet des tendons. Elle est analogue à celle des muscles, des articulations et des organes internes.

2° La *sensibilité propathique* représente une faible partie de la sensibilité thermique: elle nous permet de reconnaître les extrêmes de chaud ou de froid + 50° par exemple ou 0°, mais non les températures intermédiaires, comprises entre + 22° et + 40°. Elle correspond également aux sensations ordinaires de douleur, mais n'a rien à voir avec les sensations tactiles proprement dites (pression). La sensibilité propathique est caractérisée par une localisation déficiente, une ten-

¹ PIPER : *Arch. f. Physiol.*, Suppl., 1903, p. 133.

² BARD : *Semaine méd.*, 1904; *Journ. de Physiol. et Pathol. gen.*, 1904, p. 1031; 1905, p. 282 et 665.

³ R. YERKES : *J. of compar. neurol.*, 1905, t. XV; *Arch. f. d. g. Physiol.*, 1905.

⁴ ZWAARDEMAKER : *Arch. f. Physiol.*, 1905, Suppl., p. 121.

⁵ QUIX et MINKEMA : *Arch. f. Physiol.*, 1905, Suppl., p. 405.

⁶ KRETSCHMANN : *Arch. f. d. g. Physiol.*, 1905, t. CVIII, p. 499.

⁷ STERNBERG : *Arch. f. Physiol.*, 1905, Suppl., p. 201; *Zeits. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnesorg.*, 1905, t. XXXVIII, p. 259.

⁸ BEYER : *Z. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnes.*, 1904, t. XXXV, p. 351.

¹ ZWAARDEMAKER : *Zeits. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnes.*, 1905, t. XXXVIII, p. 189.

² ALEXANDER et BARANY : *Zeits. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnes.*, 1905, t. XXXVII, p. 321 et 414.

³ RADL : *Arch. f. Physiol.*, 1905, p. 279.

⁴ G. H. SCHNEIDER : *Zeits. f. Psychol. u. Physiol. d. Sinnes.*, 1905, t. XL, p. 232.

⁵ HEAD, RIVERS, SHERREN : *Brain*, 1905, t. CX, p. 99.

dance à l'irradiation et au fourmillement et par la rapidité de sa réapparition après section nerveuse. Elle réapparaît complètement au bout de 7 à 10 semaines.

La distribution anatomique des fibres propathiques nous montre un empiètement manifeste des aires de distribution périphérique des fibres provenant des différents nerfs cutanés voisins. Au niveau des racines spinales, il y a, au contraire, un classement de ces fibres suivant leur provenance cutanée : chaque racine postérieure spinale ne contient que des fibres propathiques provenant d'une seule région de la peau.

3° *La sensibilité épieritique* nous donne les sensations exactes de température, ou de pression légère (tact proprement dit), avec localisation correcte. Cette forme perfectionnée de sensibilité tactile ne reparait que tardivement après section nerveuse, plusieurs mois après la restauration de la sensibilité propathique.

Au point de vue de la distribution des fibres nerveuses de la sensibilité épieritique, on observe une disposition inverse de celle que nous avons signalée pour la sensibilité propathique : localisation exacte à la périphérie, sans empiètement des aires de distribution cutanée les unes sur les autres. Par contre, cet empiètement se montre plus haut au niveau des racines des nerfs spinaux.

La sensibilité épieritique serait l'apanage exclusif de la surface de la peau et de celle de la langue, tandis que les deux autres formes de sensibilité peuvent appartenir aux organes internes. La sensibilité propathique jouerait un rôle important, comme point de départ d'un grand nombre de réflexes à caractère défensif.

2. *Pallesthésie et Baresthésie.* — Les neuropathologistes ont, dans ces dernières années, mis en lumière plusieurs formes de sensibilité qui, sans doute, rentrent dans la sensibilité profonde des auteurs anglais cités, notamment la *sensibilité vibratoire*⁴ ou *pallesthésie*, à laquelle présideraient,

suitant Egger et Déjerine, les nerfs du périoste et qui s'adresse spécialement aux vibrations mécaniques. Elle jouerait un rôle important dans la production des réflexes osseux ou tendineux. Dans plusieurs cas pathologiques, on a signalé une dissociation centrale de la pallesthésie d'avec la sensibilité tactile ou celle de la température.

Citons, dans le même ordre d'idées, la *baresthésie* de von Strümpell ou sensibilité à une forte et large pression, qui rentrerait aussi dans la sensibilité profonde de Head, Rivers et Sherren.

3. *Voies médullaires de la sensibilité douloureuse.*

— Jusque dans ces dernières années, on avait cru, avec Schiff, que la substance grise constitue la voie par laquelle les excitations correspondant à la sensibilité douloureuse remontent dans la moelle vers les centres de la conscience localisés dans l'écorce cérébrale, tandis que les autres modes de sensibilité empruntent dans la moelle la voie de la substance blanche des cordons latéraux. Il résulte de recherches récentes faites de différents côtés, avec des conclusions pleinement concordantes, que les impressions de douleur et de froid suivent, comme les autres formes de la sensibilité cutanée, la voie des cordons blancs de la moelle, spécialement celle du faisceau de Gowers du cordon latéral. Ce qui explique l'erreur de Schiff et de beaucoup de cliniciens, c'est que, pour se rendre dans le cordon latéral, les fibres que suivent les excitations douloureuses traversent la substance grise : il en résulte que les lésions de la substance grise peuvent interrompre la conduction douloureuse.

Quant à la question de l'existence de nerfs et d'appareils nerveux spéciaux pour la douleur, elle est aujourd'hui à peu près unanimement tranchée dans le sens affirmatif⁵.

Léon Fredericq,

Professeur de Physiologie
à l'Université de Liège.

⁴ JOTEYKO : Le sens de la douleur. Rapport présenté au 1^{er} Congrès belge de Neurologie et de Psychiatrie, Liège, 1905. (Voir la Revue du 15 mars 1906).

⁵ TREITEL : Arch. f. Psychiatr., 1905. 1. XL, p. 419.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Laisant (C.-A.). — *Initiation mathématique.* — *Ouvrage étranger à tout programme, dédié aux amis de l'enfance.* — 1 vol. in-16. de viii-167 pages, avec 27 figures dans le texte. (Prix : 2 fr.) Hachette, Paris; Georg et C^{ie}, Genève, 1906.

Dans un petit volume publié il y a deux ans, sous le titre de *l'Éducation fondée sur la science* (Bibliothèque de Philosophie contemporaine), M. Laisant a insisté avec raison sur la nécessité d'adapter l'enseignement scientifique à l'évolution des facultés de l'enfant, et il a mis en lumière les idées directrices dont doivent s'inspirer tous les éducateurs de l'enfance, les parents aussi bien que les maîtres. « C'est par le monde extérieur qu'il faut apprendre à voir à l'enfant, avant tout, et sur lequel il faut lui donner le plus de renseignements possibles, renseignements qu'il n'aura aucune peine à emmagasiner, croyez-le bien. C'est à ce monde extérieur qu'il faut emprunter les premières notions mathématiques, auxquelles, plus tard, devra succéder une abstraction, qui est la chose du monde la moins compliquée, en dépit des préjugés et des apparences. »

Dans le présent opuscule, M. Laisant développe ces principes en s'attachant particulièrement à *l'Initiation mathématique*. Il montre comment on peut, à l'aide d'exemples concrets bien choisis et par une méthode appropriée aux jeunes intelligences, initier l'enfant aux notions mathématiques, et « cela en l'amusant au lieu de le torturer ». Combien de jeunes gens ont été éloignés des Mathématiques, par un enseignement rebutant, tandis qu'il eût été facile d'éveiller en eux l'intelligence des faits mathématiques par une initiation bien comprise, basée sur des exemples concrets ! C'est une telle initiation que l'on trouvera dans ce livre, qui contient, sous une forme à la fois claire et remarquablement captivante, un grand nombre de notions mathématiques, depuis la première numération jusqu'aux notions de Géométrie analytique. Pour donner une idée du chemin parcouru, reproduisons ici les titres de quelques-uns des 63 paragraphes dont se compose l'ouvrage :

1. Les bâtons. — 2. De un à dix. — ... 10. Les chiffres. — ... 14. Nous entrons dans l'Algèbre. — ... 22. Nous devenons géomètres. — ... 23. Divers casse-têtes; macédoine mathématique. — ... 34 et 35. Les progressions. — 36. Les grains de blé sur l'échiquier. — ... 46. Les graphiques; Algèbre sans calcul. — 46. Les deux marcheurs. — ... 51. Deux cyclistes pour une bicyclette. — 52. Voiture insuffisante. — 53. Le chien et les deux voyageurs. — ... 62. Do, mi, sol; harmonies géométriques. — 63. Un paradoxe : $64=65$. — 64. Carrés magiques. — 65. Discours final.

Ces questions constituent un excellent moyen pédagogique pour faire pénétrer dans l'esprit de l'enfant, sans aucun effort, les premières notions de Mathématiques. Il va de soi qu'elles s'étendent sur les divers degrés du premier enseignement; aussi l'ouvrage n'est-il pas destiné aux élèves, mais aux éducateurs, dans la plus large acception de ce terme. C'est aux amis de l'enfance que M. Laisant dédie ce volume. Mais ce n'est pas seulement un ouvrage d'initiation : c'est aussi un ouvrage de vulgarisation, qui ramènera sans doute aux Mathématiques beaucoup de ceux qui en avaient été détournés autrefois.

H. FERR,

Professeur à l'Université de Genève.

2° Sciences physiques

Lehmann (O.). *Professeur à l'École technique supérieure de Carlsruhe.* — **Fricks Physikalische Technik** (TECHNIQUE PHYSIQUE DE FRICK). 7^e édition revue et augmentée. Tome I, 2^e partie. — 1 vol. de 980 pages avec 1905 figures. Vieweg, Brunswick, 1906.

Nous avons signalé dans la *Revue* la première partie de cet ouvrage, qui traitait des installations générales du Laboratoire et de l'Amphithéâtre de Physique.

Avec la seconde partie commence l'étude des appareils et des expériences de cours proprement dits, relatifs à la mécanique des solides et des fluides et à la chaleur. La matière est traitée avec une extrême abondance. Cependant, l'ouvrage n'est pas une simple compilation, un démarquage des catalogues de constructeurs; l'auteur ne manque pas, quand il y a lieu, de signaler les avantages et les défauts didactiques ou pratiques de tel ou tel appareil.

Les illustrations sont fort nombreuses et très claires. La plupart se suffisent à elles-mêmes; j'entends par là qu'elles peuvent être comprises sans l'aide du texte, si bien que le livre est susceptible de rendre de grands services même à un lecteur qui n'aurait qu'une connaissance imparfaite de la langue allemande.

Je crois trouver dans l'ensemble une tendance qu'il serait, à mon avis, fort profitable de développer dans l'enseignement. C'est de faire appel, chaque fois qu'il est possible, à des appareils pratiques, usuels, plutôt qu'à des appareils dits de démonstration, qui souvent n'atteignent que fort mal leur but.

En France, à ma connaissance, les élèves auxquels s'adressent les professeurs de Physique peuvent se répartir en trois catégories : les bons élèves, capables de s'intéresser réellement à leurs études; c'est l'infime minorité, tant dans les facultés que dans les lycées; les indifférents, uniquement préoccupés d'acquiescer par tous les moyens, avouables ou non, un diplôme qui leur assure un privilège social; enfin, au point de vue spécial qui nous occupe, de bons esprits, possédant un commencement d'instruction mathématique, grâce auquel ils sont persuadés que la Physique est la science des « coups de pouce ». Pour les uns comme pour les autres, il ne peut qu'être avantageux de rattacher l'enseignement de la Physique aux applications pratiques, qui souvent constituent la meilleure démonstration de ses lois. Les bons élèves y prendront intérêt; le professeur aura quelques chances d'éveiller une leur de curiosité chez les indifférents; les pseudo-mathématiciens se convaincront que les lois de la Physique ne s'appliquent pas seulement à des expériences de laboratoire, interprétées avec une bonne volonté suspecte.

MARCEL LAMOTTE,

Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

Meyer (R.). — *Jahrbuch der Chemie. RÉPERTOIRE ANNUEL DE CHIMIE. ANNÉE 1904.* — 1 vol. in-8° de 590 pages. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1905.

Cet excellent recueil, que nous avons eu déjà plusieurs fois l'occasion de signaler aux lecteurs de la *Revue*, comprend les subdivisions suivantes, traitées chacune par un spécialiste : Chimie physique (A. Coehn), Chimie inorganique (A. Werner et P. Pfeiffer), Chimie organique (C. A. Bischoff), Chimie physiologique (W. Küster), Chimie pharmaceutique (H. Beckurts), Chimie alimentaire (H. Beckurts), Chimie agricole (A. Morgen et W. Zielstorff), Métallurgie (Th. Fischer),

Combustibles et explosifs (C. Haenssermann), Grande industrie chimique (F. Quincke), Sucres (A. Herzfeld et O. Schreiffeld), Fermentations (M. Delbrück et O. Mohr), Matières grasses et huiles minérales (G. Lewkowitsch), Goudron et matières colorantes (P. Friedländer), Matières textiles (P. Friedländer), Photographie (J. M. Eder et E. Valenta).

Toutes les branches de la Chimie pure et appliquée se trouvent ainsi revues. On juge par là de l'utilité du Répertoire du Professeur R. Meyer.

Ph. A. - GUYE.
Professeur à l'Université de Genève.

Beltzer (Francis G.), ingénieur-chimiste. — *La Grande Industrie tinctoriale*. — 1 vol. gr. in-8° de 4046 pages, avec 99 figures. (Prix : 30 fr.) Dunod et Pinat, éditeurs, Paris, 1906.

Personne n'était plus qualifié que M. F. Beltzer pour entreprendre et mener à bien un ouvrage aussi important et aussi complet que la *Grande Industrie tinctoriale*. Sa carrière industrielle, ses connaissances pratiques, des articles fortement documentés, parus dans le *Moniteur scientifique* du Dr Quesneville, dans la *Revue de Chimie pure et appliquée* et dans la *Revue générale des Matières colorantes*, tout, en un mot, le désignait pour une entreprise aussi vaste que celle de ce Traité théorique et pratique de la teinture, qui renferme plus d'un millier de pages.

L'ouvrage débute par l'étude de la construction, de l'installation et de l'aménagement des ateliers de teinture. La question des eaux et de leur épuration et celles de la production de la vapeur, de l'éclairage et du chauffage des ateliers sont examinées avec soin et dans un esprit tout moderne. Puis, on entre dans le cœur même du sujet avec l'étude des textiles d'origine végétale, en particulier du plus important d'entre eux, le coton. Avant d'arriver à la teinture, l'auteur traite à fond les opérations préliminaires du blanchiment et du mercerisage. On sait l'importance de ce dernier traitement, qui, en tout état de cause, augmente singulièrement l'affinité de la fibre pour les matières colorantes, et lui donne en plus, s'il est pratiqué sous tension, l'éclat et le brillant de la soie. Nous avons vu avec plaisir que M. Beltzer s'était fait une règle d'établir et de donner non seulement les prix de revient de ces deux opérations, mais encore ceux des teintures principales : rouge ture, noir d'aniline, indigo, etc. A une époque, comme la nôtre, où les prix de façon ont baissé de singulière manière, un écart de quelques centimes au kilogramme suffit parfois à condamner et à faire rejeter un procédé ; c'est dire l'intérêt qu'il y a à établir rigoureusement les prix de revient.

La teinture à l'aide des matières colorantes végétales, bien qu'elle ait perdu de son importance depuis l'apparition des colorants artificiels, est traitée avec assez de détails pour qu'on se rende compte de ce qu'elle fut au temps de sa splendeur. Au point de vue historique, ce passé ne manque pas d'un intérêt rétrospectif, et c'est été grand dommage de passer sous silence, par exemple, la teinture avec la garance ou la teinture avec l'indigo en cuves de fermentation.

Avant d'aborder la teinture avec les colorants artificiels, M. Beltzer fait un rapide historique de la découverte des principaux d'entre eux, et les classe d'une manière générale en *substantifs* et en *adjectifs*. Les premiers teignent directement les fibres végétales sans traitement préalable, tandis que les seconds nécessitent une préparation spéciale des fibres, le *mordantage*. Dans la première classe sont compris les colorants directs proprement dits, les colorants azoxyques, azoïques, (thio)benzéniques, etc., puis les colorants qu'on peut dénommer d'*oxydation*, indigo, noir d'aniline, colorants soufrés, etc.

Les chapitres les plus importants sont consacrés aux couleurs-diamine, dont le type est le rouge Congo, aux

couleurs-diamine diazotables et copulables sur fibre, à la formation directe des couleurs azoïques insolubles, aux colorants soufrés, genre noir Vidal et Saint-Denis, noir et bleu immédiats, à l'indigoïne artificielle (teintures à l'hydrosulfite, aux redos, etc.), et au noir d'aniline, obtenu soit en plein bain, soit par oxydation.

Nous nous bornerons à dire que ces sujets fondamentaux sont traités sous tous les aspects qu'ils comportent, tant au point de vue de la fixation même des matières colorantes que sous le rapport des propriétés, des qualités et des défauts qu'elles possèdent.

Les colorants adjectifs se fixent soit au moyen des mordants métalliques, soit au moyen du tannin. La teinture sur mordants donne les nuances les plus solides à la lumière, aux lessives alcalines, aux acides, etc., et le prototype des couleurs sur mordants est le rouge ture, dont l'auteur développe les fabrications, ancienne et moderne, avec une compétence toute spéciale.

Les colorants qui se fixent au moyen du tannin sont, d'une manière générale, des colorants basiques : fuchsine, violet de Paris, bleu méthylène, auramine, rhodamine, etc., appartenant à diverses familles. Ils font l'objet d'une étude approfondie et détaillée.

L'auteur examine, en outre, toutes les classes de matières colorantes dont les représentants, s'ils ne s'appliquent pas parfois sur les fibres végétales, teignent du moins les fibres animales, laine et soie. Chaque type de couleur est défini par son mode de formation, sa constitution et sa formule chimique. Ces indications sont fournies avec mesure, et sans entrer dans un luxe de considérations théoriques, capables d'effrayer le simple teinturier, qui, vu la disposition du texte, peut du reste, les négliger et les laisser de côté.

L'auteur indique, pour chaque série de colorants et par nuances, les noms commerciaux des principaux d'entre eux, avec l'indication de la fabrique d'où ils proviennent. Ce sont là des renseignements pratiques fort utiles.

Il nous reste à constater que les autres fibres végétales, lin, chanvre, jute, ramie, sont traitées, au point de vue du blanchiment et de la teinture, avec autant d'ampleur que le sujet le comporte. Les fibres animales, laine et soie, font le sujet de deux intéressants chapitres d'une centaine de pages. Enfin, ce que nous appellerons les teintures *accessoires*, papier et pâte à papier, paille, bois, allumettes, fleurs, etc., ou matières végétales d'une part, poils et pelletteries, plumes, peaux et cuirs, os, ivoire, coques, etc., c'est-à-dire les matières d'origine animale d'autre part, sont examinées de façon fort intéressante. Si nous ajoutons que le texte de l'ouvrage renferme une nombreuse série de figures, se rapportant aux appareils mécaniques mentionnés et étudiés, et qu'une table bien faite sert de guide au lecteur, nous aurons à peu près mis en relief les qualités de l'ouvrage de M. Beltzer, qui, comme l'auteur le dit lui-même dans sa Préface, « s'adresse aux chefs d'usines, industriels, directeurs, chimistes, contremaîtres, élèves des Ecoles industrielles, qui veulent acquérir, avant leur entrée dans l'industrie, la somme de connaissances pratiques nécessaires, pour pouvoir diriger de suite les fabrications, établir les prix de revient et apporter les modifications qu'ils jugeront utiles ».

MUNICK PARTIMONNE.
Ancien élève de l'École Polytechnique.

3° Sciences naturelles

Gann (W. T.), *Chirurgien du district de Corozal*. — *The Ancient Monuments of Northern Honduras and the adjacent parts of Yucatan and Guatemala*. — 1 brochure gr. in-8° de 10 pages avec figure. *Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, Londres, 1906.

M. Gann, chirurgien du Gouvernement anglais dans le Honduras britannique, dont nous avons déjà signalé

ici même les travaux sur l'origine précolombienne de la syphilis dans le Nouveau-Monde, a mis à profit ses loisirs pour étudier les anciennes civilisations de l'Amérique centrale et les monuments qu'elles ont laissés.

Tout ce qu'on sait des premiers habitants de ces contrées, c'est qu'ils formaient une branche de la grande race Maya Toltèque du Mexique, qui émigra à la fin du ^x^e siècle au Honduras, en laissant des traces de sa civilisation dans les villes ruinées du Yucatan, du sud du Mexique et du Honduras. Les monuments de ces temps anciens qu'on retrouve aujourd'hui sont des temples, des bâtiments entourés de tombes, des stèles, des pyramides en pierre, des fortifications et des chambres souterraines ovoïdes. On y trouve des armes et des outils en pierres diverses, des poteries, mais les objets métalliques manquent complètement, ce qui est difficile à expliquer.

Les Indiens Maya qui habitent aujourd'hui ces contrées paraissent être les descendants directs des anciennes populations du pays; la race est peu mélangée et la langue n'a guère subi d'altérations depuis la conquête espagnole. C'est un peuple intelligent et de goûts simples. La civilisation européenne a eu sur lui une influence plutôt fâcheuse, puisque la population est tombée de plusieurs millions à quelques centaines de milliers d'individus. Les causes de cette diminution paraissent avoir été l'introduction de certaines maladies épidémiques et de l'alcool et l'établissement d'aventuriers peu recommandables dans la région.

ROUX (Cl.), Docteur ès sciences. — **Le domaine et la vie du Sapin (*Abies pectinata* DC.), principalement dans la région Lyonnaise. Essai de monographie dendrologique avec tableaux, cartes et dessins.** — 1 vol. in-8 de 144 pages. Lyon, Association typographique, 1906.

Le titre de l'ouvrage semblerait indiquer une monographie du sapin; mais il s'agit d'une étude de géographie botanique moins restreinte: le hêtre et l'épicéa, par exemple, y figurent en bonne place.

L'auteur a publié déjà une « Étude sur les rapports des plantes avec le sol », qui devait le préparer à des études spéciales de géographie des plantes. Sa méthode, un peu extensive, peut-être, se retrouve ici. Une des planches (pl. III), relative à la dispersion comparée du Sapin, du hêtre et de l'épicéa, nous paraît prêter à quelques petites contestations. Nous croyons qu'il n'est pas possible de laisser la chaîne des Vosges en dehors de la zone naturelle de l'épicéa: cette espèce forme des massifs importants jusque dans l'ouest de la chaîne des Vosges françaises, et les meilleures raisons militent pour qu'on ne place pas sa limite ouest sur les contins de la Forêt Noire, comme l'adopte M. Roux, après d'autres, très rares d'ailleurs.

Cette critique formulée, nous ajouterons qu'il est intéressant de lire les documents accumulés ou créés par l'auteur, qui connaît bien les détails des flores de la région lyonnaise pour les avoir explorées lui-même. Une monographie telle que celle-là soulève, d'ailleurs, des problèmes d'ordre général. Il en est ainsi notamment en ce qui concerne la concurrence vitale. La question de la lutte du hêtre et du sapin pour la conquête du terrain y est longuement traitée. Ici, le hêtre est en régression (chaînes du Forez et du Pilat) et les sapinières s'agrandissent naturellement d'année en année, envahissant même les feuillus: dans le Beaujolais, par exemple, la Forêt de sapins du Fay aurait doublé pendant le ^{xix}^e siècle. Ailleurs, c'est le hêtre qui est envahissant au détriment du sapin (forêts de Champs, Cantal). Il en est de même dans les Pyrénées: on a observé depuis deux siècles un recul du hêtre, devant le sapin, dans les sapinières de Quillau (Aude),

ou encore un phénomène inverse (Ariège, Haute-Garonne). Le sapin semble être favorisé par une humidité moins forte et par une température moyenne un peu plus élevée. Mais il faut tenir compte de l'influence de l'homme dans bien des cas. Il n'y a plus guère, en France, de forêts absolument sauvages; aussi est-il bien difficile de déduire des conclusions très positives, relativement à la lutte naturelle et à la concurrence des arbres. Le sapin rapporte plus, en argent, que le hêtre, et le forestier aide souvent le sapin à faire reculer le hêtre. D'autres fois, comme en Saxe, le sapin perd du terrain devant le hêtre, et c'est uniquement par suite d'un mode très défectueux d'exploitation du sapin. En Europe, dans la région Atlantique, depuis l'Angleterre, la Hollande, le Danemark, et aussi dans l'Europe sud-orientale, c'est le hêtre qui tend à rester maître du terrain. On sait d'ailleurs que, depuis deux mille ans, il s'est même substitué totalement au pin sylvestre dans la région Calédonienne et Danoise. Sur toute la bordure atlantique du domaine de l'*Abies pectinata*, la concurrence du hêtre semble plus efficace que dans les montagnes de l'Europe centrale. Que conclure? Les forestiers n'admettent pas volontiers la prédominance alternante des essences ligneuses qui sont en lutte sur un terrain donné. Mais ils ne peuvent refuser à l'évolution géologique, topographique et climatique d'une région d'exercer une influence inégalement favorable aux essences rivales en présence. Ils admettent très bien que la substitution réelle qui se lit dans les tourbières du nord de l'Europe peut se répéter graduellement à l'époque actuelle.

D'autre part, l'expérience démontre que l'évolution des climats locaux subit des vicissitudes, et oscille, avec des amplitudes irrégulières, voisines de sa modalité actuelle. Dès lors, il ne nous semble pas qu'on puisse nier la possibilité d'une sorte d'alternance mal rythmée dans la prédominance momentanée de telle ou telle essence. L'auteur signale de nombreux exemples locaux où le hêtre et le sapin semblent avoir des caractéristiques de végétation antaconnistes. Il ne semble pas avoir envisagé le cas où sapin et hêtre sont tous deux simultanément en voie de régression ou d'extension. Il semble les considérer presque toujours, en somme, comme deux essences rivales et complémentaires. N'est-ce pas exagérer beaucoup?

M. Roux considère aussi que l'épaisse couche d'humus, venant de la feuille du hêtre, réalise une condition favorable à l'extension du sapin, qui y trouve un bon terrain propice à ses mycorhizes. Mais, on peut en dire autant du sapin, par rapport au hêtre! On peut se poser, ici, la question de savoir si des mycorhizes spécifiques ne peuvent pas, à la longue, se trouver dans des conditions chimiques de milieu défavorables à leur plus grande extension. La croissance des organismes inférieurs tels que les champignons est, on le sait, très influencée par la composition chimique du substratum, comme, dans un autre ordre d'idées, une diastase voit son activité rapidement paralysée par les produits de sa propre activité. De même, peut-être, la prédominance alternante ou successive des essences ligneuses pourrait s'expliquer par les modifications du sol sous l'influence prolongée des débris caducs d'une couverture forestière prédominante, le sol devenant peu à peu défavorable à certaines mycorhizes. Une espèce végétale en régression pourrait ensuite réenvahir le terrain sous le jeu des mêmes influences, devenues cette fois défavorables aux mycorhizes de l'espèce concurrente. Les déplacements extensifs ou régressifs des espèces végétales, comme aussi leur sociabilité plus ou moins accentuée, semblent devoir bientôt s'expliquer par les phénomènes, peu connus encore, qui dépendent de la flore mycologique ou microbiologique qui peuple le sol. C'est l'idée générale qui vient à l'esprit à la lecture de cet intéressant ouvrage.

EDMOND GAIN,
Professeur adjoint
à la Faculté des Sciences de Nancy.

⁴ Voir la *Revue* du 15 avril 1902. p. 326.

4° Sciences médicales

Bodin [E.], *Professeur de Bactériologie à l'Université de Rennes. — Les Conditions de l'infection microbienne et l'immunité. — 1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : 2 fr. 50) Masson et Co, éditeurs, Paris, 1906.*

Le livre de M. Bodin est le quatrième d'une série d'ouvrages qu'il a consacrés à l'exposé de la Pathologie microbienne. Dans le premier, il a traité des Champignons parasites de l'homme. Les deux suivants, qui ont une relation plus intime avec le présent, traitent : l'un de la Biologie générale des Bactéries, l'autre des Bactéries de l'air, de l'eau et du sol. Ils trouvent aujourd'hui leur complément nécessaire dans l'étude des conditions de l'infection microbienne et de l'immunité.

M. Bodin commence par montrer ce qu'il faut entendre par maladie microbienne. Ce n'est pas seulement l'effet de la pénétration des bactéries pathogènes dans l'organisme, c'est l'expression de la lutte entre l'agent parasitaire et l'économie. De part et d'autre, les conditions de cette lutte sont très complexes : nous sommes encore loin de les connaître toutes.

Considérant d'abord la Bactérie, M. Bodin dit ce qu'est la virulence. Deux caractères définissent la virulence : 1° l'aptitude qu'ont les microbes à se développer dans l'organisme, qualité qui est susceptible d'être acquise ou perdue par accoutumance ou adaptation au milieu ; 2° la faculté de sécréter des toxines. Ces toxines sont analogues aux diastases. Elles constituent des poisons d'une extrême violence. Elles sont sécrétées et éliminées par les microbes. Solubles, elles se mêlent aux humeurs de l'organisme. Leur production est sujette à des variations considérables suivant le milieu où elles sont élaborées. D'où une grande variabilité de la virulence, puisqu'elle est soumise à deux ordres de conditions variables elles-mêmes : les unes tenant au microbe même, les autres au milieu. Cette virulence est susceptible d'être atténuée par diverses actions physiques ou chimiques et par le passage du microbe sur un organisme d'une autre espèce, si bien qu'un microbe pathogène pour une espèce déterminée peut être rendu de plus en plus virulent pour une espèce qui lui était d'abord indifférente, en même temps qu'il perd sa virulence pour la race ordinaire. La virulence peut, d'autre part, être exaltée en passant par d'autres espèces, soit par la simple accoutumance au milieu, soit par l'association avec d'autres microbes pathogènes ou non.

Dans la nature, ces diverses conditions sont réalisées, d'où la variabilité extrême des formes possibles d'une même maladie microbienne.

Dans l'infection, il faut aussi faire la part de la quantité des microbes inoculés. Le mode d'inoculation joue encore un rôle important : on sait que le même microbe, le streptocoque, par exemple, peut, selon le lieu de son effraction, ne déterminer qu'un érysipèle superficiel ou, au contraire, une septicémie généralisée.

Après ces considérations, M. Bodin étudie les défenses naturelles de l'organisme. Il examine d'abord la peau : l'ordonnance de ses cellules qui est vraiment protectrice ; la desquamation continue dont ses couches épidermiques superficielles sont le siège et qui débarrasse mécaniquement le tégument des bactéries qui s'y sont fixées ; la leucocytose et les barrières fibreuses que le tissu conjonctif dresse devant les agents parasitaires. Les muqueuses, où les microbes de tous genres ont si facile accès, réagissent d'une manière analogue, chacune par un mécanisme approprié, toutes par les ressources de la leucocytose phagocytaire. Dans le tube digestif, les microbes pathogènes y trouvent, en outre, du fait du parasitisme normal de l'appareil, une concurrence vitale qui peut les anéantir.

Puis M. Bodin étudie la question si importante de l'immunité. Il considère les deux sortes d'immunités : l'immunité naturelle, propriété généralement héréditaire,

qui fait que tels microbes ne s'accroissent pas à l'organisme considéré, et qui constitue un état réfractaire absolu ; et l'immunité acquise, que certaines circonstances naturelles ou artificielles développent dans un organisme ordinairement sensible à certaines bactéries.

Dans l'immunité naturelle, l'inoculation à l'animal réfractaire d'une quantité massive de bactéries n'est pas suivie d'une pullulation de ces bactéries. Celles-ci disparaissent. Comment ? En subissant un effritement moléculaire semblable à une digestion. M. Bodin expose avec une extrême clarté les différentes phases de cette digestion. Les leucocytes-phagocytes sécrètent un ferment diastase ayant la propriété de solubiliser les microbes. L'immunité naturelle dépend donc de la phagocytose. Le fait est certain, car on peut, en empêchant artificiellement la phagocytose, réduire à néant l'immunité naturelle.

Lorsque l'immunité n'est pas naturelle, elle peut s'acquérir soit par une atteinte préalable de la maladie, soit artificiellement par les virus-vaccins. Cette vaccination, méthode thérapeutique féconde, consiste à conférer une maladie, la plus bénigne, la plus atténuée possible, pour empêcher l'évolution ultérieure de la maladie spontanée avec tous ses dangers. C'est ce qu'on fait dans la variole, on contre le charbon ou la rage. En outre, on peut immuniser en vaccinant, non plus avec un virus très atténué, mais avec les toxines extraites de bactéries. Ce sont ces toxines que reçoivent les chevaux destinés à fournir le sérum antidiphthérique.

Dans toute vaccination, essentiellement, ce qu'on cherche à faire, c'est d'exciter la phagocytose, de déterminer dans les phagocytes la production d'une diastase digestive appropriée. Or, le leucocyte produit non pas une diastase, mais des diastases : l'une qu'il garde dans son intimité pour parfaire la digestion intracellulaire (on l'appelle alexine ou macrocystase) ; l'autre (fixateur ou sensibilisatrice) qui a un pouvoir de diffusion facile dans les humeurs et qui communique à ces humeurs une propriété dissolvante, digestive, vis-à-vis des corps microbiens. M. Bodin montre la différence qui existe entre ce pouvoir digestif et, par conséquent, bactéricide des humeurs, qu'elles contiennent du leucocyte, et le pouvoir agglutinant. L'agglutination est une autre propriété que présentent les humeurs des immunisés, mais qui n'immunise pas elle-même. On voit donc la différence qui existe entre les agglutinines d'une part, et les alexines et fixateurs d'autre part.

C'est encore en stimulant la phagocytose que l'injection du sérum des animaux vaccinés peut être préventive. Bien plus, certaines substances banales peuvent stimuler une phagocytose favorable.

Les microbes agissent beaucoup moins par eux-mêmes que par les toxines qu'ils sécrètent. Or, l'immunité contre un microbe n'est pas nécessairement accompagnée d'immunité contre ses toxines. C'est encore aux phagocytes que revient ici le rôle initial de défense. Ils empêchent, par la fixation qu'ils leur font subir, qu'elles n'arrivent jusqu'aux centres nerveux qui gardent dans tous les cas leur sensibilité aux toxines.

M. Bodin consacre son dernier chapitre à la méthode d'Ehrlich. Cette théorie est celle par laquelle le savant allemand tente d'expliquer le mécanisme de l'immunité. Elle ne se prête pas à un résumé sommaire. Il faut, d'ailleurs, la prendre comme une schématisation des phénomènes, destinée à bien faire comprendre les choses, plutôt que comme l'expression de la réalité même.

On voit, d'après cette analyse très imparfaite, la grandeur du sujet auquel M. Bodin a consacré son livre. C'est un travail de haute science qu'il a accompli ; il l'a écrit avec la modestie, avec la simplicité, avec la clarté qui caractérisent l'esprit scientifique du plus réel.

Dr A. LÉTIENNE.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Juin 1906.

M. D. Gernez est élu membre titulaire dans la Section de Physique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Em. Picard montre que le problème généralisé de Dirichlet peut être traité sans introduire d'autre fonction que la fonction classique de Green pour le contour donné. — M. G. Tzitzéica étudie la déformation de certaines surfaces tétraédrales, qui se réduit à la recherche des surfaces à courbure totale constante. — M. G. B. Guccia démontre un théorème nouveau sur les surfaces algébriques d'ordre n . — M. Gambier achève l'énumération des équations différentielles du deuxième ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est uniforme. — M. E. Fournier montre que la vitesse et l'assiette longitudinale des navires peuvent être troublées par l'action réflexe de l'eau sur le fond. Ainsi le croiseur rapide *Jurien de la Gravière* doit sentir, à la vitesse de 23 nœuds, l'action réflexe de l'eau sur le fond jusqu'à une profondeur de 60 mètres environ. — M. C. Stoermer a déterminé mathématiquement les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre; ses résultats, appliqués aux aurores boréales et aux perturbations magnétiques, confirment l'hypothèse de Birkeland.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. P. Curie et A. Laborde ont déterminé la radio-activité des gaz provenant de l'eau d'un grand nombre de sources thermales; la mesure était faite quatre jours après que le gaz eut été extrait de la source. — M. A. Blondel montre qu'on peut simplifier l'étude des effets de capacité des lignes à courants alternatifs par son mode de représentation au moyen de deux épures superposées relatives l'une à la marche à vide et l'autre au fonctionnement en court-circuit. — M. A. Ponsot a étudié expérimentalement les interférences de la lumière, polarisée ou non, réfléchie sur une surface plane de mercure et se produisant dans l'épaisseur d'une couche transparente de gélatino-bromure d'argent, en contact, dans toute son étendue, avec la surface réfléchissante. — M. P. Lambert propose un nouveau dispositif pour mettre simultanément plusieurs prismes au minimum de déviation. — M. G. A. Hemsalech décrit une méthode simple pour l'étude des mouvements des vapeurs métalliques dans l'étincelle oscillante. — MM. L. Lewin, A. Miethe, et E. Stenger ont photographié les raies d'absorption des matières colorantes du sang en se servant d'un spectrographe à réseau de Thorp et, comme source lumineuse, de fils de Mg enflammés ou d'une lampe Nernst. — M. C. Chénèveau a constaté que, quand, dans une dissolution, on a plusieurs corps en présence incapables de réagir chimiquement l'un sur l'autre, l'influence exercée sur la propagation de la lumière par la solution est sensiblement égale à la somme des actions exercées par chacun des corps qui la constituent. — M. G. Urbain a observé que, dans le système ternaire chaux-zadoline-europine, lorsque la proportion de zadoline devient de l'ordre du centième, l'euporium choisit, de préférence à la chaux, la zadoline comme diluant, et il se produit alors un spectre de phosphorescence cathodique différent. — M. M. Berthelot montre qu'aucune observation exacte ne peut être mise en avant pour établir, en principe ou en fait, que les très hautes températures soient susceptibles de donner lieu à un renversement des affinités chimiques, en provoquant la formation directe des combinaisons

endothermiques par simple échauffement, sans le concours simultané des énergies électriques ou chimiques. — M. J.-A. Muller a déterminé la chaleur de formation de l'acide carbonylferrocyanhydrique au moyen de sa chaleur de combustion; elle est bien moins endothermique que celle de l'acide ferrocyanhydrique. — M. A. Gautier a étudié l'action de la vapeur d'eau au rouge sur les sulfures des métaux. Le sulfure de fer donne $\text{Fe}^{2+}, \text{H}^+ \text{S}$ et H_2 ; le sulfure de plomb donne $\text{Pb}^{2+} \text{S}$ et SO_2 , ces deux derniers réagissant pour former H_2O et S ; le sulfure de cuivre donne Cu, H et SO_2 . Enfin, la vapeur d'eau réagit sur $\text{H}^+ \text{S}$ pour donner SO_2 . Ces réactions expliquent le dégagement des divers produits sulfurés observés dans les éruptions volcaniques. — M. O. Mainville étudie les variations d'état éprouvées par le carbone amorphe lors que, après l'avoir chauffé lentement, on vient à le refroidir brusquement. — M. O. Boudouard, par l'action de HCl sur les silicures des fontes, a obtenu des silicones, composés ternaires renfermant Si, O et H . Ce sont des mélanges d'anhydride siliciformique et d'hydrate silicioxalique en proportions variables. — M. E. Rengade, par l'action de l'oxygène sur le rubidium-ammonium, a obtenu deux peroxydes: Rb^{2+}O_2 , blanc rosé, et Rb^{2+}O_2 , jaune serin; on n'a pas observé la formation de Rb^{2+}O_2 . — MM. F. Osmond et G. Cartaud ont déterminé les caractères cristallographiques distinctifs des trois variétés du fer. Translation parallèle à a_1 : α , difficile; β , absence; γ , facile. Lignes courbes: α , dominantes; β , exclusives; γ , absence. Macles mécaniques: plan de macle, α , a_1 ; β , absence; γ , a_1 ; plan d'accrolement: α , a_2 ; β , absence, γ , a_1 . — M. M. Delépine: Sur le sulfate double d'iridium et de potassium $\text{Ir}^{2+}(\text{SO}_4)_2 \cdot 3\text{SO}_4 \cdot \text{K}$ (voir p. 620). — MM. A. Haller et G. Blanc, en condensant l'éther β - β -diméthylglycidique avec l'éther malonique sodé, ont obtenu la 4-méthyl-2:3-dicarboxéthylpentanolide-4, F. 169, qui, bouillie avec HCl , fournit quantitativement l'acide térébique, F. 175°. Ce dernier, sous l'action de la chaleur, donne d'une part de l'isocapro lactone, de l'autre de l'acide pyrotérébique. — M. Tiffeneau montre que la transformation des α -glycols aromatiques diffère de celle des iodhydrides correspondants en ce que l'élimination de H^+O chez les premiers s'effectue à côté du C^{10} avec migration phénylique, tandis que chez les iodhydrides l'oxydride voisin de C^{10} est laissé intact. — M. J. Bougault, en condensant l'aldéhyde cinnamique avec le succinate de sodium en présence d'anhydride acétique, a obtenu l'acide cinnaménilparaconique, F. 1159, qui est décomposé par ébullition avec l'eau en formant de l'acide cinnaménilisocrotonique, F. 1129. — MM. E. E. Blaise et Houllon, par action de la chaleur sur le chlorhydrate d'octométhylènediamine, ont obtenu la butylpyrrolidine; cette formation met en évidence une migration intéressante, en même temps que le peu de probabilité de l'existence d'une périodicité dans la cyclisation des imines. — MM. Ch. Mouren et I. Lazennec ont préparé des pyrazolones: 1^o par l'action de l'hydrazine ou de la phénylhydrazine sur les alkylpropiolates d'éthyle; 2^o par action de l'hydrazine sur les amides acétyléniques; 3^o par action de l'hydrazine sur les éthers acryliques β -oxalcoylés. — MM. R. Fosse et L. Lesage ont obtenu une série de sels doubles halogénés du xanthyle ou diphénopyrrole avec certains métaux. — MM. Ch. Achard et M. Arnaud montrent que l'imprégnation des espaces intercellulaires des tissus par l'argent est due à la présence du NaCl dans ces espaces et à la formation d'un précipité d' AgCl qui noircit à la lumière. — M. A. Monneyrat: Méthode de recherche du fer dans les tissus vivants (voir p. 529).

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Lannelongue, Achard et Gaillard ont essayé sur le cobaye l'action d'un sérum antituberculeux préparé en injectant à l'aine ou au cheval des cultures virulentes. Les cobayes inoculés par le virus tuberculeux et ayant reçu le sérum antituberculeux ont mieux résisté que les témoins. — M. S. Arloing montre que la voie digestive s'offre à nous pour produire l'immunité active, chez les tout jeunes ruminants, à l'aide de bacilles humains ou de bacilles bovins convenablement modifiés. La réaction à la tuberculine et le pouvoir agglutinant révélaient avant tout l'infection tuberculeuse, puisqu'ils existent en l'absence de lésions macroscopiques et même microscopiques certaines. — M. M. Guédras a constaté que souvent les caséines alimentaires renforcent des germes tuberculeux et contribuent à transmettre la maladie. — MM. A. Laveran et F. Mesnil ont reconnu qu'en général le sérum d'un animal qui a acquis l'immunité contre un trypanosome se montre actif quand on l'emploie, à dose suffisante, en mélange avec le sang contenant ce trypanosome, inactif quand on fait le même essai avec d'autres trypanosomes. — M. A. Chauveau montre que l'énergie contenue dans le travail mécanique, P/h ou $1/2 mv^2$ en puissance, effectué par le moteur muscle qui soulève un mobile avec une vitesse uniforme, est empruntée tout entière à l'énergie initiale nécessaire à la création des actions statiques et dynamiques du travail intérieur ou physiologique. — M. E. Solvay établit qu'une sustentation donnée peut s'obtenir avec des jets d'énergie quelconques, mais que, pour des jets de même vitesse, il existe nécessairement un rapport de proportionnalité entre l'énergie des jets et la valeur des poids sustentés. — M. M. Stefanik a constaté que la rétine se trouve sensible à toutes les radiations lumineuses que laisse passer le spectroscopie à écrans colorés. Ce fait permettra l'étude visuelle de la chromosphère et de la couche reversante. — MM. H. Bierry et A. Frouin montrent que le liquide clair qui s'écoule d'une anse isolée de l'intestin représente la sécrétion physiologique. Le suc intestinal contient seulement de la maltase; les autres diastases qu'on y rencontre proviennent de la désintégration des cellules épithéliales ou de la diffusion de leur contenu. — MM. Girard et V. Henri ont constaté que le courant d'action et le courant de repos des muscles, cœurs et membranes de tous les animaux marins étudiés par eux sont extrêmement faibles. — MM. L. Le Sourd et Ph. Pagniez décrivent un procédé d'isolement à l'état de pureté des hémato-blastes du sang; il consiste dans une série de centrifugations et de soustractions successives réalisées sur du sang oxalaté. — M. A. Gruvel décrit une nouvelle forme de Cirrhipède operculé provenant des Indes; c'est un *Pyrgopsis pédonculé*, auquel il donne le nom de *Pyrgopsis Annandaleri*. — M. Ch. Gravier a constaté que les Virgulaires, à marée basse, s'enfoncent verticalement dans le sable, le pédoncule en bas, les polypes rétractés; les polypes ne s'épanouissent que dans l'eau de mer. — M. L. Blaringhem montre que la production des feuilles en cornet est due à des mutilations et que ce caractère devient partiellement héréditaire dans plusieurs lignées. — M. Jean Friedel a reconnu que l'ovaire utilise à la fois les produits de l'assimilation qui lui est propre et les réserves du pédoncule; ces dernières ne peuvent être utilisées qu'à la lumière. — M. P. Becquerel a constaté que, seules, ont conservé leur pouvoir germinatif pendant plus de quatre-vingts ans les graines qui sont protégées par un tégument épais et possèdent des réserves peu oxydables. — M. J. Beauverie a observé la maladie des platanes due au *Gnomonia veneta* Klebahn dans les pépinières. Pour la combattre, il faut : 1^o protéger dès l'hiver les plaies d'élagage; 2^o procéder, dès l'apparition des premières feuilles, à la pulvérisation d'une solution antieripogamique. — MM. J. Costantin et J. Gallaud décrivent une Asclépiadée nouvelle de Madagascar produisant du caoutchouc; c'est une liane sarmenteuse, formant sou-

vent buisson, qu'ils nomment *Kompitsia elastica*. — M. F. de Zeltner a trouvé de nombreux gisements d'instruments préhistoriques sur le Sénégal, en amont et en aval de Kayes. Ce sont en général des éclats naturels adaptés aux usages domestiques par des retouches judicieuses. — M. P. Combe fils montre la présence, à l'époque du dépôt des sables d'Auteuil, d'une mer sparnacienne s'étendant jusqu'au Sud de Paris et dont on retrouve soit le littoral, couvert de lagunes, soit des estuaires dans les carrières d'Issy et d'Arcueil. — MM. Fichet et Doumergue ont reconnu que les schistes et quartzites qui forment la majeure partie de la falaise du port d'Oran appartiennent au Néocomien. — M. P. Fritel considère les argiles de Troesnes (Aisne) comme un prolongement latéral du grès de Belleu semblant démontrer la persistance, jusqu'à l'Yprésien supérieur, du régime lagunaire qui prévaut, dans le nord de la France, à l'époque sparnacienne. — M. E. de Martonne présente deux plans en relief du Paringa et du Soarabe (Karpathes méridionales) exécutés d'après des levés topographiques inédits.

Séance du 2 Juillet 1906.

M. H.-C. Vogel est élu Correspondant de l'Académie dans la Section d'Astronomie.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. S. Carrus étudie les familles de Lamé à trajectoires planes, les plans passant par un point fixe. — M. Ed. Maillet présente ses recherches sur la classification des irrationnelles, et arrive, entre autres, au théorème suivant : Il existe une infinité de nombres transcendants d'ordre $\leq (3,0)$, dont la puissance $q^{\text{ème}}$ (q entier) est d'ordre $(k, p) > (3,0)$, où k et p sont arbitraires (k entier ≥ 3 , $p > 0$). — M. F. Schüle montre que l'enlèvement de la charge agissant sur une poutre en béton armé provoque des efforts de compression dans le béton, même fissuré, de la zone tendue, efforts qu'une nouvelle application de la charge doit tout d'abord vaincre. — M. Alliaume a constaté que l'influence de la tension superficielle sur la propagation des ondes parallèles à la surface d'une lame liquide est marquée par l'introduction, dans son terme qui dépend de la courbure équatoriale de la surface cylindrique de l'onde, d'un facteur égal à l'excès de l'unité sur le triple rapport de la tension superficielle au poids spécifique du liquide, multiplié par le carré de l'inverse de l'épaisseur de la lame.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. E.-H. Amatrat précise quelques points de ses Notes antérieures sur la discontinuité des chaleurs spécifiques des fluides. — M. G. Millochau décrit un dispositif optique généralisant l'emploi du télescope de 1 mètre de diamètre de l'Observatoire de Meudon, en représentant l'image et diminuant l'angle du faisceau définitif. — M. G. Meslin poursuit l'étude des franges localisées dans une lame mince limitée par un réseau; si l'on oblique légèrement le réseau et le plan argenté limitant la lame d'air, les franges apparaissent par groupes de colorations différentes. — MM. Besson et Rosset ont préparé le chlorozoture de phosphore (PCl_2Az_2) par action de PCl_3 sur AzH_3Cl . Ce corps est décomposé par l'eau en donnant HCl , AzH_3 et HPO_3 . Il se dissout dans le peroxyde d'azote à froid; à chaud, ils réagissent pour former, entre autres, un composé $P^{+}O_2^{+}AzO_2^{-}$. — M. A. Daboin a constaté que l'iodure de mercure est susceptible de cristalliser en toutes proportions avec les iodures de zinc et de cadmium, ce qui constitue un nouveau cas d'isomorphisme intéressant. — M. R. Boulouch montre qu'il n'existe pas de sulfures de phosphore définis ayant une formule comprise entre P_2S^2 et P_2S^3 et, par conséquent, pas de trisulfure de phosphore; P_2S^3 n'est pas, d'ailleurs, nécessairement un composé défini. — M. A. Gautier a étudié l'action de H_2S à haute température sur divers oxydes. L'oxyde ferrique donne du sulfure ferreux, FeS et SO_2 ; l'alumine fournit de l'oxysulfure, Al_2O_3 et SO_2 ; l'acide carbonique donne CO_2 , CO et H_2O . — M. H. Morel Kahn a constaté que le graphite se dissout dans le carbure de calcium en fusion et que le phénomène

est limité seulement par la décomposition du solvant. — MM. F. Osmond et G. Cartaud ont reconnu que la structure de la martensite est une structure propre au fer γ , bien que le fer n'y soit plus à l'état γ . Cette structure est encore, à échelle réduite, celle des fers météoriques octaédriques. — M. P. Fournel a mis en évidence, par la méthode de la résistance électrique, les points critiques de transformation A_1 , A_2 et A_3 sur cinq échantillons d'aciers. — M. L. Henry, en faisant réagir sur la pinacoline CH_3MeBr , a obtenu le pentaméthyl-éthane; avec l'acide cyanhydrique, il obtient le nitrile méthylpseudobutylglycolique; ces deux réactions confirment la nature cétonique de la pinacoline ($\text{CH}_3^2\text{C.CO.CH}_3$). — MM. L.-J. Simon et G. Chavanne, en condensant le glyoxylate d'éthyle avec l'uréthane, ont obtenu l'éther diuréthaneglyoxylique, F.143° . Le glyoxylate d'éthyle se condense aussi avec l'urée pour former l'allantoate d'éthyle, sur lequel AZH^2 réagit en donnant l'allantoïne. — M. A. Wahl, par action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur le dioxosuccinate d'éthyle, a préparé le diximidosuccinate d'éthyle, qui cristallise sous deux formes, fondant à 196° avec décomposition et transformables l'une dans l'autre. — M. P. Carré, en traitant l'acide *o*-hydrazobenzéique par PCl_5 et saponifiant le produit formé, a obtenu l'acide oxy-3-indazyl-benzéique, F.228° . — M. R. Fusse a observé que les anhydrides d'acides gras réagissent sur le dinaphtopyranol ou le xanthidrol avec élimination de H_2O et formation des acides dinaphtopyryl-acétique, F.194° , -propionique, F.197° , etc., ou xanthyl-acétique, F.156° , -isovalérique, $\text{F.147}^\circ\text{-150}^\circ$. — MM. A. Trillat et Sauton : Sur un nouveau procédé de dosage de la caséine dans le fromage (voir p. 673). — M. P. Fauvel montre que non seulement les purines des Légumineuses sont excrétées sous forme d'acide urique, mais encore qu'elles semblent déterminer la transformation en acide urique d'une partie des purines endogènes, ordinairement sécrétées sous une autre forme. — M. R. Laufer a constaté que les hydrates de carbone introduits dans la ration alimentaire des diabétiques améliorent l'utilisation de l'azote. — M. A. Hébert a analysé un certain nombre de terres de la Guinée française : l'azote total dépasse presque toujours 1% , mais elles sont très pauvres en acide phosphorique, en potasse et en chaux.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Charrin et Christian signalent un cas de myxœdème chez une femme, traité d'abord par l'ablation thyroïdienne totale, suivie bientôt d'une accentuation du myxœdème. Les auteurs ont alors pratiqué, en divers points du tissu cellulaire sous-cutané, des greffes thyroïdiennes, qui ont rapidement amendé les symptômes de l'affection et permis l'évolution d'une grosseur normale jusqu'à terme. — MM. Oudin et Verchère ont obtenu d'excellents résultats par le radium dans le traitement d'utérus fibromateux et hémorragiques et d'infections gonococciques anciennes du col de l'utérus et de l'urètre. — M. Louis Lapique montre que tous les individus de race noire sont caractérisés par un indice radio-pelvien très élevé, ce qui confirme l'unité fondamentale de cette race, d'ailleurs entièrement localisée sur le pourtour de l'Océan Indien. — M. Et. Rabaud montre que la « tendance à l'anomalie », admise par certains biologistes, n'a aucun sens et ne résiste pas à la critique; une anomalie étant donnée, ce que l'on constate, c'est une auto-adaptation de l'organisme monstrueux à ses nouvelles conditions. — M. E. Bataillon a provoqué la segmentation parthénogénésique sur les œufs de *Rana fusca* par le gel et par l'eau distillée. — MM. L. Jammes et A. Martin ont constaté qu'il suffit d'un milieu peu complexe, faiblement acide, porté à une température convenable, pour provoquer, en peu de jours, le développement entier de l'œuf de *Ascaris vitulorum*. — MM. R. Anthony et H. Neuville ont étudié la faune malacologique des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite, rapportée par M. M. de Rothschild. Les espèces examinées appartiennent essentiellement à la faune d'eau douce. — M. A. Popovici-Bazosanu a observé

trois types d'appareil séminal chez les *Helix* : l'un avec un diverticulum bien développé, l'autre sans diverticulum, le troisième avec diverticulum réduit, possédant les caractères d'un organe rudimentaire. — MM. J. Kunstler et Ch. Gineste ont constaté qu'un ensemble de lignes sombres disposées en sorte de réseau à points nœuds sombres et rentées parcourt la substance interne des Bactériacées, de façon à rappeler des sortes de filaments conjonctifs destinés à maintenir en place les éléments vésiculaires du corps. — M. A. Lacroix signale la constance de composition du magma lavique des dernières éruptions du Vésuve; cette lave est une leucotéphrite à olivine peu abondante ou même absente. Les scories appartiennent à un type chimico-minéralogique différent de la lave actuelle, moins riche en alumine et en alcalis, plus riche en magnésie et en chaux. La composition des cendres fines se rapproche plus de celle des scories d'Ottajano que de la lave actuelle. — M. A. de Lapparent communique les conclusions de la Commission sismologique de la Californie sur le tremblement de terre de San Francisco. Celui-ci est de nature tectonique; il est en relation avec une remarquable ligne de dislocation, passant devant Golden Gate, et qui a rejoué, le 18 avril dernier, sur plus de 300 kilomètres.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 26 Juin 1906.

M. le Président annonce le décès de M. A. Josias, membre de l'Académie.

M. Sevestre présente un Rapport sur un travail du Dr Rousseau Saint-Philippe relatif à ce qu'il appelle la tuberculophobie, c'est-à-dire la crainte de la contagion et l'abandon du malade tuberculeux, et qui serait un peu la faute de la tuberculomanie de certains médecins. — M. Lancereux montre que l'artériosclérose généralisée, ou endartérite, n'est qu'exceptionnellement suivie d'anévrysmes des gros vaisseaux. Les conditions pathogéniques de ces accidents sont des péri-artérites qui gagnent en profondeur et finissent par perforer la membrane élastique des artères. Leurs causes, à part le traumatisme, ont une origine infectieuse (tuberculose, syphilis, paludisme). La rupture est le mode de terminaison fatal des anévrysmes des gros vaisseaux, à moins de la coagulation spontanée du sang dans la poche anévrysmale. Cette coagulation étant rarement spontanée, l'indication formelle est de chercher à la provoquer; c'est à quoi répond la méthode des injections de sérum gélatiné, qui est sans aucun danger, à condition que le sérum employé soit parfaitement aseptisé. — M. Boinet signale trente cas d'accidents survenus à des scaphandriers après des plongées profondes, dont douze mortels, les autres consistant en paralysies permanentes ou passagères. Ces accidents sont dus à la décompression rapide; la lenteur de la décompression doit être la base de la prophylaxie.

Séance du 3 Juillet 1906.

M. le Président annonce le décès de M. F. Lalanité, Correspondant national. — M. Vidal est élu membre titulaire dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. Chauvel présente un Rapport sur un travail du Dr Conteaud relatif à deux observations de chirurgie, l'une d'hypertrophie compensatrice du péroné dans une luxation ancienne du tibia, l'autre de luxation récidivante de l'épaule guérie par arthrotomie. — M. R. Blanchard estime que les accidents imputables à l'appendicite vraie sont d'origine mécanique ou traumatique; ils reconnaissent pour cause soit un corps étranger inerte, de nature d'ailleurs très variable, soit, beaucoup plus souvent, des agens animés et particulièrement des Helminthes (Ascaride, Oxyure, Trichocephale), produisant des érosions de la muqueuse. Les accidents inflammatoires, abcès et autres complications

de la cæco-appendicite et de la typhlocolite résultent de ce que les déchirures et ulcérations de la muqueuse sont envahies secondairement par des bactéries banales. L'examen microscopique des selles et la découverte des œufs donneront au médecin les indications suffisantes pour établir le traitement de l'affection. — **M. G. Durante** lit un Mémoire sur les transformations morphologiques du tube nerveux (neuroblaste segmentaire). — **M. M. Nicloux** donne lecture d'un travail sur un procédé de dosage du chloroforme dans le sang et les tissus.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Juin 1906.

MM. A. Gilbert et **M. Villaret** ont constaté que l'opisthorchie et l'ohéurie constituent deux éléments importants du syndrome d'hypertension portale. — **M. Em. Géraud** estime qu'il faut voir dans le bourrelet hépatique d'origine mésodermique la matrice du parenchyme hépatique proprement dit, le diverticule entodermique fournissant seulement les voies biliaires. — **M. A. Popovici-Bazosanu** a reconnu l'existence des vaisseaux sanguins caudaux chez les Ephémérides adultes. — **M. Cathoire** a trouvé en abondance, dans le sang de plusieurs lézards du sud tunisien (*Troanusix acanthinus*), des embryons de tilaie. — **MM. M. Salomon** et **A. Paris** ont étudié les lésions de la rate chez le lapin dans l'infection tuberculeuse expérimentale par injections intracardiaques de bacille de Koch. Elles vont du tubercule typique des corpuscules de Malpighi aux lésions banales de l'inflammation chronique. — **M. M. Nicloux** a reconnu qu'une quantité très faible, mais parfaitement dosable, de chloroforme passe dans l'urine au cours de l'anesthésie. — **M. G. Billard** montre que les sels biliaires et les savons abaissent la tension superficielle du liquide intestinal et favorisent l'absorption. — **MM. C. Nicolle** et **Cathoire** ont constaté que le bacille dysentérique tunisien s'éloigne des bacilles dysentériques vrais par sa mobilité, l'odeur de ses cultures et la non reproduction de la dysenterie chez le lapin adulte par l'inoculation sous-cutanée de ses cultures. — **MM. M. Curtis** et **J. Salmon** ont observé un cas de phocomélie dans lequel l'affection est le résultat non plus d'un arrêt de développement de l'os cartilagineux, mais, au contraire, d'une absence de développement de l'os périostique. — **MM. A. Gilbert** et **P. Lereboullet** montrent que, si la grossesse joue un rôle important dans la production du masque pigmentaire, elle ne suffit pas d'ordinaire; ce n'est que lorsqu'une autre cause survient, entraînant une cholémie plus ou moins intense, que le masque apparaît avec toute sa netteté. — **M^{me} L. Lapique** a constaté que la modification de la secousse musculaire produite par l'action de la caféine est d'origine nerveuse. — **MM. L. Nathan-Larrier** et **Tanon** ont observé chez un blanc atteint de trypanosomiase un érythème circiné caractéristique; la scarification des éléments érythémateux permit de constater la présence de trypanosomes dans les capillaires les plus superficiels. — **M. G. Rosenthal** recommande les cultures sur milieux à l'hémoplasie, qui ont tous les avantages des milieux sanglants sans en avoir les inconvénients. — **M. E. Pozerski** a observé un parallélisme entre la disparition de l'amylose et l'apparition du pouvoir protéolytique dans les sucs pancréatiques activés par les sels de calcium. — **MM. J. Bruckner** et **C. Cristéanu** ont observé que les macérations et filtrats de cultures gonococciques et méningococciques précipitent les sérums correspondants. — **M. C. Delezenne** montre qu'il suffit qu'un suc pancréatique contienne au moins 1/30.000 de Ca pour être actif par lui-même en présence de sels de Mg. — **M. A. Mougeot** a constaté que le bain carbo-gazeux naturel de Royat provoque, chez l'homme sain, une augmentation d'activité de la nutrition dans le sens d'une meilleure assimilation des albuminoïdes ingérés. — **M. F. Villemin** a reconnu que la régénération des

tubes testiculaires, après destruction par les rayons X, n'est possible que si cette destruction a été incomplète, c'est-à-dire n'a pas détruit les spermatogonies. Les cellules de Sertoli ne peuvent donner naissance aux éléments de la lignée spermatogénique.

REUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 12 Juin 1906.

M. Chatenay a étudié les modifications de la bordure épithéliale des lobules hépatiques du foie de l'homme à l'état pathologique. — **M. Ch. Pérez** signale un cas d'envahissement direct de l'ovaire du Crabe par le *Thelobania mornadis*. — **MM. Anglade** et **Cruchet** ont observé une extrême activité du développement névrologique au niveau de la substance blanche des hémisphères cérébraux chez l'enfant âgé de un à deux ans. — **M. R. Brandeis** a examiné au point de vue cytologique le liquide des phlyctènes de spallée. On trouve de nombreux polymorphes en pycnose et une diminution suivie d'une disparition des lymphocytes. — **MM. J. Gautrelet** et **Et. Bernard** ont constaté que l'injection sous-cutanée de la plupart des colorants d'aniline produit : un amoindrissement de la fonction uréopécifique, une diminution de la désassimilation et un léger abaissement de l'activité sécrétrice du rein. — **MM. J. Sabrazès** et **L. Murat** signalent un cas de kyste hydatique du rein rompu dans le bassin et suivi d'hydatidurie, de pyurie amicrobienne et d'éosinophilie urinaire et sanguine.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 4 Mai 1906.

MM. A. Cotton et **H. Mouton** : *Aimants transparents. Propriétés optiques et magnétiques*. **MM. Cotton** et **Mouton** ont complété l'étude de la biréfringence magnétique (phénomène de Majorana) que présentent certaines solutions colloïdales d'hydroxyde de fer placées dans un champ magnétique et traversées par un rayon lumineux normal aux lignes de force. Ils ont, en outre, étudié les phénomènes qu'on observe lorsque la lumière se propage parallèlement au champ. **M. Cotton** indique d'abord rapidement les résultats qu'a fournis cette étude des liquides : 1° Le pouvoir rotatoire magnétique de l'hydroxyde ferrique dans certaines solutions colloïdales est très grand. La valeur de ce pouvoir rotatoire dépend des échantillons, qui, à titre égal, donnent ici encore des résultats très différents; 2° Le pouvoir rotatoire propre à la substance en suspension dans les liquides étudiés n'obéit pas à la loi de Verdet (proportionnalité au champ magnétique); la courbe qui représente ses variations en fonction du champ rappelle la courbe d'aimantation d'une substance ferromagnétique; 3° Ce pouvoir rotatoire magnétique est accompagné d'un dichroïsme circulaire magnétique; les vibrations circulaires qui ont le sens des courants d'Ampère sont plus affaiblies en traversant le liquide que les vibrations de sens opposé. Comme l'avait fait Schmauss pour le phénomène de Majorana, **MM. Cotton** et **Mouton** ont fixé le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique. On ajoute pour cela à une solution colloïdale convenablement choisie une solution tiède de gélatine; on abandonne le mélange homogène dans un champ magnétique jusqu'à ce qu'il se soit pris en gelée par refroidissement. Cette opération était faite dans une petite cuve à faces parallèles de 3^{mm}.2 d'épaisseur, dont les faces terminales étaient placées parallèlement aux pôles polaires de l'électro-aimant (champ de 11.800). La solution étant prise en gelée, on retire la cuve de l'électro-aimant et l'on trouve qu'elle garde maintenant, en dehors de tout champ magnétique, mais avec moins d'intensité, les propriétés optiques (pouvoir rotatoire et dichroïsme circulaire) que possédait l'hydroxyde ferrique pendant qu'il était dans le champ. L'existence du phénomène précédent rendait probable que les particules en sus-

pension dans le liquide peuvent garder une aimantation permanente notable. Cette aimantation résiduelle a pu être mise en évidence, elle aussi, par l'expérience. La gelée a donc bien pris les propriétés d'un aimant : c'est un *aimant transparent*. Cette aimantation résiduelle est remarquablement stable. Cependant, la substance n'est pas saturée. — M. P. Villard présente quelques expériences relatives aux rayons cathodiques et magnétocathodiques : 1° Enroulement cathodique circulaire dans un champ uniforme. Rayons non déviables de J.-J. Thomson; 2° Enroulement composé en zigzag dans un champ non uniforme produit entre deux pôles d'électro-aimants; 3° Rayons magnétocathodiques émis par une lame de mica perforée, frappée par des rayons cathodiques et placée dans un champ intense. L'auteur expose ensuite ses recherches sur la lumière positive. L'hypothèse d'un transport d'électricité par simple convection (corpuscules ou ions positifs ou négatifs) ne paraît pas susceptible d'expliquer les faits. Il semble donc qu'on est en présence d'un problème non de Dynamique, mais de Statique, et que la colonne positive est une sorte de conducteur gazeux, une chaîne de particules ou molécules polarisées, tendue entre l'anode et la cathode; cette manière d'envisager la colonne positive, non comme un ensemble de particules indépendantes, mais comme un objet unique dont les diverses parties sont liées entre elles, paraît confirmée par diverses expériences. L'espace obscur de Faraday s'explique très simplement par la présence de la cathode qui supprime la lumière positive dans son voisinage. Comme on doit s'y attendre, cet espace diminue de longueur quand le courant augmente et que le nombre des files de molécules à briser va en augmentant. De même s'explique l'incompréhensible absolue de la lumière négative ou des rayons cathodiques avec la lumière positive. Dans une vaste ampoule, la lumière positive, entourée de corpuscules négatifs qui tendent à la détruire, doit constituer un courant d'intensité décroissante de l'anode à l'espace obscur de Faraday; en cette région, il ne s'annule pas, mais devient un courant de convection, l'électricité étant alors transportée par les ions. Autrement dit, tout se passe comme pour un fil conducteur plongé dans un électrolyte; l'intensité décroît le long du fil et l'action d'un champ magnétique peut mettre le fait en évidence. Il en doit être de même pour la lumière positive, et on le vérifie aisément en soumettant cette lumière à un champ uniforme. L'assimilation de la lumière positive à un véritable conducteur se trouve encore justifiée par l'expérience consistant à produire une décharge entre une électrode auxiliaire et la colonne positive obtenue entre deux autres électrodes; tout se passe comme si l'on produisait une étincelle entre une électrode et un fil parcouru par un courant. Semblable encore à un conducteur attaché à l'anode, la lumière positive présente une charge positive; elle est attirée par une cathode. Sa tendance à se centrer sur l'axe d'un tube n'est plus alors qu'un effet de la répulsion par les parois. — M. H. Abraham : *Galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs*. On peut mesurer des courants alternatifs de l'ordre du centième de micro-ampère avec un galvanomètre à cadre mobile dont le champ magnétique est créé par un électro-aimant excité par un courant alternatif de même fréquence. Pour les mesures très délicates, il peut être bon d'actionner cet électro-aimant au moyen d'un petit transformateur auxiliaire bien isolé.

Séance du 18 Mai 1906.

M. E.-H. Amagat : *Discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et courbes de Thomson*. A propos du réseau des chaleurs spécifiques de l'acide carbonique entrepris par lui, il y a quelques années, M. Amagat rappelle la formule qu'il a donnée pour calculer la différence des chaleurs spécifiques sous pression constante quand on passe de l'état liquide à l'état de vapeur à saturation; un calcul analogue donne, pour

les chaleurs spécifiques sous volume constant, la relation :

$$(1) \quad c - c' = AT \left[(u - u') \frac{d^2 p}{du^2} + \frac{d(u - u')}{dt} \frac{dp}{dt} - \frac{du}{dt} \left(\frac{dp}{dt} \right)_v + \frac{du'}{dt} \left(\frac{dp'}{dt} \right)_v \right].$$

Il remarque qu'on a adopté jusqu'ici la relation :

$$(2) \quad c - c' = AT(u - u') \frac{d^2 p}{du^2}$$

et cherche la raison de ce désaccord. Il montre que la relation (2) peut être déduite d'une formule de J. Bertrand qui peut facilement entraîner à confusion. Les relations (1) et (2) deviennent identiques si, aux points où la courbe de saturation est coupée par l'isotherme, on a les conditions :

$$(3) \quad \left(\frac{dp}{dt} \right)_v = \frac{dp}{dt} = \left(\frac{dp'}{dt} \right)_v$$

la lettre primée s'appliquant à l'état de vapeur. Au contraire, la forme de l'isotherme, conformément aux idées reçues à propos de l'interprétation des courbes de Thomson, conduit aux relations :

$$(4) \quad \left(\frac{dp'}{dt} \right)_v > \frac{dp}{dt} > \left(\frac{dp}{dt} \right)_v$$

M. Amagat montre que, partant de là, on arrive en chaque point de la courbe de saturation à une discontinuité dans la chaleur spécifique sous volume constant. Les valeurs de c et c' répondent à la formule (1) et les valeurs de c_v et c'_v à la formule (2). Pour que ces discontinuités disparaissent, il faudrait que les conditions (3) soient satisfaites, et l'on voit facilement que, pour qu'il en soit ainsi, il faudrait que, contrairement aux idées reçues, la partie rectiligne des isothermes se raccorderait avec les parties extérieures à la courbe de saturation, au lieu de former avec celles-ci des points anguleux. Les coefficients c_v , c'_v sont des quantités de chaleur complexes et non des chaleurs spécifiques normales, ainsi que cela résulterait de l'utilisation qui a été faite notamment de la relation (2) ; s'il en était ainsi, les discontinuités qui précèdent reviendraient à dire que, dans des conditions identiques de température, de volume et de pression, et tout en restant sur l'isotherme normale, un même liquide ou une même vapeur peut exister sous deux états physiques différents, ce qu'il est difficile de concevoir. La discontinuité disparaîtrait en même temps qu'on identifierait les relations (1) et (2), en admettant le raccordement des parties de l'isotherme dont il vient d'être question. Dans ce cas, on peut encore concevoir des courbes de Thomson prolongeant l'isotherme normale et correspondant aux retards des changements d'état; on peut même concevoir ces courbes sous deux formes, et il est possible que ces deux formes correspondent aux deux sens dans lesquels le point figuratif des phénomènes peut se déplacer sur l'isotherme. — M. A. HOLLARD a déterminé les conductivités des mélanges de l'acide sulfurique avec un de ses sels, en toutes proportions et à toutes les concentrations. Le sel en question a été successivement le sulfate de soude, le sulfate de magnésie, le sulfate de zinc, le sulfate de cuivre. A 3° de SO_4H^2 , la conductivité reste constante quel que soit le sulfate ajouté et quelle qu'en soit la quantité. Pour des concentrations supérieures, la conductivité diminue si l'on ajoute un sulfate quelconque et quelle qu'en soit la quantité; pour des concentrations inférieures à 3° de SO_4H^2 , la conductivité augmente, au contraire, lorsqu'on ajoute un sulfate quelconque. Ces résultats s'expliquent par la formation d'ions complexes d'hydrogène SO_4H , qui se dissocient en ions SO_4^- et H^+ à mesure que la concentration de l'acide sulfurique diminue. Le sulfate d'ammoniaque n'a pas les propriétés des autres sulfates : avec ce sel, la conductivité reste constante pour des concentrations de 8° de SO_4H^2 environ. — M. Boizard

donne lecture de la Note qu'il a présentée à l'Institut le 12 mai sur la conductibilité du sulfate d'ammoniaque dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau. Le sulfate d'ammoniaque donne des solutions plus conductrices que le solvant quand celui-ci contient en poids de 100 % à 95 % et de 2 % à 0 % d'acide sulfurique. De 95 % à 2 %, la solution est moins conductrice. Les résultats obtenus diffèrent pour ce sel de ceux de M. Hollar sur le pourcentage du point de transformation, passage des solutions moins conductrices aux solutions plus conductrices, point qui dépend en outre de la quantité de sulfate dissous. L'auteur a étudié de plus les effets de dilution et de température, et a généralisé le phénomène en indiquant qu'on peut remplacer : 1° le sulfate d'ammoniaque par tous les sulfates, les bisulfates, les acides minéraux ou organiques et différents sels; 2° le solvant par les mélanges d'eau et d'acide azotique, ou phosphorique, ou même de soude, mélanges formant des solutions très conductrices. Au contraire, l'addition d'un sel à des mélanges mauvais conducteurs (eau et acide acétique ou formique) donne, en général, des solutions beaucoup plus conductrices que le solvant correspondant. De sorte qu'il tire la conclusion suivante : « Dans les mélanges d'acides ou de bases formant avec l'eau des solutions très conductrices, la dissolution d'un sel donnera une diminution de conductibilité pour des pourcentages convenables du solvant en acide ou en base ». La théorie proposée par M. Hollar, dans le cas particulier des sulfates, paraît à M. Boizard acceptable; mais il se réserve d'en indiquer dans la suite une autre qui s'étendra à tous les phénomènes qu'il a observés. — M. Daniel Berthelot rappelle que l'étude des équilibres des sels d'hydrogène en solution aqueuse par la méthode des conductibilités électriques a déjà fait l'objet de travaux étendus (voir p. 575). — M. U. Schoop s'est proposé d'étudier expérimentalement la répartition du courant dans les électrolytes en général, et sa distribution à la surface des électrodes d'accumulateurs. Il a imaginé pour cela un certain nombre d'expériences d'une réalisation facile et qui s'appliquent tout spécialement à ce genre de recherches. En premier lieu, il s'attache à démontrer pratiquement le fait déjà connu théoriquement, à savoir que, dans un électrolyte traversé par le courant, il y a des lignes de courant non seulement entre les électrodes, mais encore en tous les points du liquide. Son dispositif expérimental consiste essentiellement en deux petites plaquettes de platine ou de plomb spongieux, reliées soit à un galvanomètre, soit à un téléphone. Cet analyseur permet de connaître la direction des lignes équipotentielles et, par suite, des lignes de courant, sans toutefois permettre de mesurer leur intensité. M. Schoop a pu constater ainsi que, dans un récipient de forme quelconque, la portion d'électrolyte non comprise entre les électrodes est cause de perturbations profondes dans la répartition des lignes de courant, et il propose d'appeler cette portion extérieure : *shunt électrolytique*, pour bien montrer son action. Dans un accumulateur, par exemple, le travail inégal des électrodes peut être attribué en grande partie au shunt électrolytique constitué par le liquide entourant le faisceau de plaques. Il rappelle que, dans l'électrolyse avec électrodes solubles, et malgré une agitation mécanique intense qui empêche la formation de couches de liquide de densités différentes, les électrodes sont complètement dissoutes à la partie inférieure, alors que la partie supérieure est à peine attaquée. Enfin, M. Schoop termine en montrant comment on peut constater que les plaques d'un accumulateur travaillent inégalement suivant leur place dans l'élément, et comment on peut vérifier la distribution du courant sur les deux faces et en tous les points d'une même plaque.

Séance du 1^{er} Juin 1906.

M. A. Guébbard, à propos du dispositif de M. U. Schoop, fait remarquer que l'introduction, dans un champ élec-

trolytique, d'un circuit métallique, surtout à larges extrémités, bien loin de pouvoir servir à explorer ce champ, ne fait que le perturber profondément, en créant un véritable court-circuit entre deux portions de champ que sépare une résistance liquide extrêmement grande par rapport à la dérivation offerte. Seul l'emploi d'un électromètre en circuit ouvert et d'explorateurs punctiformes pourrait légitimer ce mode d'exploration, et encore à condition de tenir grand compte des phénomènes de polarisation qu'exagère, dans le dispositif de M. Schoop, l'emploi du plomb spongieux.

— M. H. Moulin : *Relations entre le volume et le covolume*. L'auteur déduit de l'équation caractéristique, qu'il a présentée à la Société de Physique dans sa séance du 17 novembre 1905, les deux règles suivantes : 1° Pour une pression p donnée, les coefficients de dilatation vraie du covolume et du volume sont proportionnels; 2° Pour une température donnée, les coefficients de compressibilité vraie du covolume sont proportionnels. Il en fait ensuite l'application à l'acide carbonique. — MM. Ch. Fabry et Buisson présentent leurs recherches sur les mesures de longueurs d'onde dans le spectre d'arc du fer, pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques. Chacune des raies est comparée directement à une même raie fondamentale; on a pris dans ce but la raie verte du mercure donnée par la lampe Cooper-Hewitt, à cause de son grand éclat et de la commodité de cette source; la raie du mercure a été soigneusement comparée, dans les conditions mêmes des expériences, avec les raies du cadmium. La méthode employée est, en principe, celle qui avait servi autrefois à MM. Pérot et Fabry : des interférences (anneaux à l'infini) sont produites entre deux plans parallèles argentés; on mesure le diamètre angulaire du premier anneau visible successivement avec les deux radiations à comparer. Les numéros d'ordre de ces anneaux étant, d'autre part, facilement connus, ces mesures suffisent pour déterminer le rapport des deux longueurs d'onde. Toutes les mesures ont été faites par photographie, et la disposition de l'appareil a dû être adaptée à ce but; au lieu d'analyser la lumière de l'arc au fer avant l'appareil interférentiel pour isoler une raie que l'on veut mesurer, comme faisaient MM. Pérot et Fabry, la lumière est analysée après l'appareil interférentiel. Les mesures actuellement faites comprennent presque tout le spectre visible et le commencement de l'ultra-violet, entre les longueurs d'onde 6.500 et 3.600. Dans la région voisine de 3.800, les raies du fer mesurables manquent dans un intervalle de 150 angströms environ; on a comblé cette lacune en mesurant 4 raies du nickel (arc entre bûches de ce métal). Le nombre total des raies mesurées est de 84; chacune a été mesurée plusieurs fois, sur des clichés différents. L'écart entre deux mesures isolées atteint rarement le millionième en valeur relative. Quelques-unes de ces raies avaient été mesurées autrefois visuellement par MM. Fabry et Pérot : la concordance entre les anciennes et nouvelles mesures est presque parfaite. Il restera à mesurer quelques raies au delà de 6.500, puis à étudier l'ultra-violet au-dessous de 3.600; ce dernier travail exigera la substitution du quartz au verre dans tout l'appareil. — M. G. Gaillard présente un *galvanomètre optique* à indications lumineuses et pouvant servir à l'enregistrement photographique. Cet appareil, qui ne diffère en rien du type ordinaire du galvanomètre, présente toutefois le dispositif optique suivant : la source lumineuse est portée par l'appareil et placée entre les branches de l'aimant; la lumière est amenée dans le haut de la pièce de fer doux; un prisme à réflexion totale la renvoie intérieurement dans l'axe; un diaphragme est placé immédiatement au-dessous; enfin, un objectif destiné à fournir une image de ce dernier se trouve à l'autre extrémité inférieure de la pièce de fer. L'équipage est percé à sa partie inférieure et en son centre d'un trou de 2 millimètres à 3 millimètres de diamètre. Sur l'équipage et en dessous, est placé d'une façon que l'on rend

solidaire un petit miroir monté sur un axe horizontal et que l'on peut incliner à volonté, soit à 45° si l'on veut rejeter l'image et l'observer comme d'habitude sur une échelle verticale, soit d'un angle convenable pour la rejeter sur une graduation horizontale. Ce dispositif permet ainsi de transformer le galvanomètre en un appareil optique possédant sa source lumineuse et portant lui-même son échelle. Il permet de lire directement les angles et en plus les tangentes, comme avec la méthode ordinaire du miroir. Ce dispositif peut également s'adapter à tous les appareils de mesures électriques ou autres qui ont besoin de garder une grande sensibilité et, d'une façon générale, à tous les appareils dont les indications sont fournies par l'amplification d'un déplacement ou se traduisent par la mesure d'un angle.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 Juin 1906.

MM. A. Trillat et Santon exposent la méthode qu'ils ont suivie pour contrôler le procédé de dosage de la matière albuminoïde du lait, insolubilisée par la formaldéhyde. Ils ont établi : 1° que toute la matière albuminoïde était séparée ; 2° qu'elle possédait bien la composition élémentaire de la caséine purifiée d'après le procédé Hammarsten ; 3° qu'elle n'avait subi aucune variation de poids. MM. Trillat et Santon ont appliqué leur méthode au dosage de la caséine non encore transformée dans le fromage et font ressortir tout l'intérêt que l'on peut en tirer, aussi bien pour la détermination de la composition alimentaire des fromages que pour l'étude de la marche de leur maturation. Après avoir décrit le mode opératoire du nouveau procédé, les auteurs expliquent comment ils se sont assurés que, dans l'application de la méthode, les matières albuminoïdes ayant subi un commencement de dégradation n'étaient point insolubilisées par l'aldéhyde formique. — M. J. Bougault, en effectuant la condensation de l'aldéhyde cinnamique avec le succinate de sodium en présence d'anhydride acétique, sur les indications de MM. Fittig et Bött, a obtenu l'acide cinnaménylparaconique, au lieu de l'acide cinnaménylisocrotonique qu'avait obtenu les auteurs précédents. Cette différence de résultats peut s'expliquer par la facilité avec laquelle le premier acide se transforme en le second ; en effet, quelques instants d'ébullition avec l'eau suffisent pour opérer cette transformation. — M. A. Gautier, étudiant les réactions élémentaires qui donnent naissance aux phénomènes éruptifs et aux eaux thermales, fait connaître l'action réciproque de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau et de l'hydrogène sur l'acide carbonique. De la première réaction résulte de l'hydrogène et de l'acide carbonique ; de la seconde, de l'eau et de l'oxyde de carbone. Ces deux réactions sont réversibles et l'équilibre s'établit dans les deux cas lorsque les volumes d'oxyde de carbone, d'hydrogène, d'acide carbonique et de vapeur d'eau sont dans un tel rapport que la somme des volumes des réducteurs est égale à la somme des volumes des corps réductibles. En même temps, il montre que, dans la réaction de l'oxyde de carbone sur la vapeur d'eau, il se fait, depuis la température de 260° (Maquenne) jusqu'à rouge blanc, un peu d'acide formique. Cet acide a été trouvé dans les gaz volcaniques et dans quelques eaux thermales. — M. Ch. Coffignier fait une communication sur l'action des phénols et du naphthalène sur les copals. — M. O. Boudonard entretient la Société de ses recherches sur les silicones.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 3 Avril 1906.

M. L. H. Walter : *Sur une méthode pour obtenir des courants continus au moyen d'un détecteur magnétique du type « auto-restaurateur »*. Les détecteurs magnétiques pour la télégraphie sans fil ont donné

des résultats satisfaisants pour la réception téléphonique, mais pourtant ils n'ont pas été capables de fournir des courants continus convenables pour l'emploi avec des instruments enregistreurs. L'auteur a créé une nouvelle forme de détecteur magnétique, capable de fournir à la fois des courants continus et alternatifs, les premiers pour l'enregistrement et les derniers pour la réception téléphonique. L'appareil se présente sous forme d'une dynamo différentielle possédant deux armatures identiques sur le même arbre. Les noyaux de l'armature sont en fils de fer ou d'acier. Les forces électromotrices produites par les deux armatures sont opposées l'une à l'autre et s'équilibrent normalement, de sorte qu'on ne peut enregistrer aucune différence de potentiel aux balais du commutateur. Les oscillations produites dans la partie aérienne du récepteur, comme résultat des signaux, sont conduites à travers le fil magnétique formant un noyau d'armature, l'obligeant à prendre une induction supérieure et perturbant ainsi l'équilibre ; un courant continu est alors obtenu des balais aussi longtemps que les oscillations persistent. Ce courant est utilisé pour actionner l'instrument enregistreur ou relai. Pour une réception simultanée des signaux du téléphone, le courant alternatif engendré par suite de l'action des oscillations est détourné au moyen d'anneaux à coulisse et de balais, avant qu'il soit commué en courant unidirectionnel. — M. R. J. Strutt : *Sur la distribution du radium dans la croûte terrestre et sur la chaleur interne de la Terre*. 1° On peut facilement déceler du radium dans toutes les roches ignées. En général, les granits contiennent le plus de radium et les roches basiques le moins ; 2° Cette distribution du radium est assez uniforme pour permettre de faire une juste estimation de la quantité totale dans chaque kilomètre de profondeur de la croûte terrestre ; 3° Le résultat indique que la croûte ne peut pas avoir une profondeur de beaucoup supérieure à 72 kilomètres, car autrement le flux de chaleur serait plus fort qu'on l'a observé. L'intérieur doit consister en une matière totalement différente. Ces résultats concordent entièrement avec la conclusion que le Professeur Milne a tirée d'une étude sur la vitesse de propagation des secousses de tremblements de terre à l'intérieur ; 4° La Lune probablement est formée en grande partie de roches et, s'il en est ainsi, sa température interne doit être beaucoup plus grande que celle de la Terre. Ceci explique le grand développement des volcans dans la Lune ; 5° Les météorites de fer contiennent peu de radium, si même elles en contiennent. Les météorites rocheuses en contiennent environ autant que les roches terrestres auxquelles elles ressemblent.

Séance du 3 Mai 1906.

La Société procède à l'élection annuelle de 15 membres. Sont nommés : MM. Ch. Andrews, G. T. Beilby, F. F. Blackmann, T. J. A. Bromwich, P. H. Cowell, W. Heape, J. H. Jeans, Ch. H. Lees, H. G. Lyons, A. Macallum, J. E. Marsh, P. M. Mitchell, J. Swinburne, W. A. Harold et A. E. Wright.

Sir W. H. White étudie les conditions de stabilité des sous-marins. Il arrive à la conclusion que, dans le dessin de ces navires, les calculs de stabilité doivent être poussés par les architectes navals jusqu'à un point qui n'est pas nécessaire pour les bâtiments de forme ordinaire. Dans les positions plongée et submergée, le point essentiel est de déterminer exactement le poids et la position du centre de gravité, car la stabilité dans toutes les directions à l'état submergé dépend des positions relatives des centres de gravité et de flottaison, et il faut s'en tenir à de faibles hauteurs métacentriques. D'autre part, il est certain qu'une attention égale doit être dirigée sur les conditions de stabilité à fleur d'eau et sur les stades d'immersion entre celui-ci et l'état de plongée. — M. R. Threlfall : *Sur une méthode statique de comparaison des densités des gaz*. Puisqu'il est si simple de construire un manomètre, indiquant des dif-

férénces de pression gazeuse de quelques centimètres d'eau, exactes à 1/100-1/1.000 de millimètre, il est possible de déterminer les densités relatives des gaz par une méthode identique à celle employée par Regnault en déterminant la variation de la densité du mercure en fonction de la température. Il est prouvé que, si l'on emploie des colonnes de gaz de 20 mètres de longueur, on peut observer la différence de densité entre l'azote chimique et l'azote atmosphérique. L'auteur a utilisé cette méthode pour la comparaison des densités du gaz à l'eau et de l'air, en employant des colonnes de gaz d'environ 20 mètres de hauteur. Les deux colonnes de gaz et d'air respectivement étaient contenues dans des tuyaux enroulés ensemble et plongés dans l'eau dans un tube de fer extérieur, à travers lequel on faisait passer un courant d'eau. Dans deux expériences sur deux échantillons différents de gaz, on a observé des différences de pression de 0,3458 centimètre et 0,3550 centimètre d'eau, respectivement, et on a déterminé les densités du gaz à l'eau exactes à environ 1/5.000 près en fonction de la densité de l'air. On a employé pour ces comparaisons le micromanomètre commercial construit par la « Cambridge Scientific Instrument Co » d'après les plans de l'auteur, et puisil est possible de construire un instrument cinq fois plus sensible et d'utiliser des colonnes de gaz environ deux fois aussi longues sans inconvénient, la méthode peut donner sans difficulté des résultats de densité relative exacts à 1/10.000 près. — MM. A. Schäfer et P. T. Herring : *Action des extraits pituitaires sur le rein*. Des injections intraveineuses d'un extrait salin de la partie infundibulaire du corps pituitaire produisent la dilatation des vaisseaux du rein, accompagnée par une augmentation d'écoulement de l'urine, c'est-à-dire que l'extrait a une action diurétique. Après la première injection, ce résultat est suivi d'une élévation de la pression sanguine et d'une contraction des artères systémiques. Après de nouvelles injections, la diurèse est généralement accompagnée non d'une élévation de pression sanguine, mais d'un abaissement. Ce fait prouve que la diurèse est indépendante des effets sur la pression sanguine et amène à supposer qu'il est produit par un constituant spécial de l'extrait. Cette hypothèse est confirmée par le résultat du traitement de l'extrait par certains réactifs, qui tendent à abolir l'élévation de la pression du sang produite après la première injection, mais conservent l'effet diurétique de l'extrait intact. Le constituant diurétique aussi bien que les constituants presseurs et dépresseurs de l'extrait ne sont pas détruits par l'ébullition. Ils dialysent à travers un papier parcheminé. Ils sont insolubles dans l'alcool absolu et l'éther. Des injections intraveineuses des extraits du lobe antérieur ou épithélial du corps pituitaire ne produisent pas de diurèse; ces extraits ne présentent aucune activité physiologique. On peut conclure que la partie infundibulaire de la glande produit une sécrétion interne qui passe dans le sang, et que, à la fois indirectement par suite de son action générale sur le système vasculaire, et directement par son action spéciale sur les vaisseaux du rein et l'épithélium du rein, elle aide à provoquer et à régulariser la sécrétion de l'urine; en d'autres mots, la sécrétion interne de la glande est ancillaire aux fonctions rénales.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Mai 1906.

MM. J. A. Goode et F. M. Perkin ont cherché à améliorer la méthode de Gutzeit pour la recherche et la détermination de l'arsenic. Pour le dégagement d'hydrogène, ils font agir le magnésium sur les sels d'ammonium (chlorure), le magnésium étant toujours dépourvu d'arsenic. — MM. W. C. Reynolds et R. Sutcliffe ont étudié les méthodes de Keller, de Stoeder et de

Gordin pour la séparation de la brucine et de la strychnine, basées sur l'action de l'acide nitrique. Les méthodes de Stoeder et de Gordin donnent des résultats un peu plus exacts que le procédé original de Keller; entre les deux, celle de Gordin doit avoir la préférence, comme plus expéditive. — MM. W. P. Dreaper et A. Wilson présentent leurs recherches sur l'absorption de l'acide gallique par les colloïdes organiques. Le coagulum tannin-gélatine absorbe rapidement l'acide gallique. L'enlèvement de l'acide gallique est indépendant du procédé de précipitation du coagulum tannique. Le degré d'absorption de l'acide gallique est fortement influencé par la présence d'autres substances: les solutions de sels tendent à augmenter le facteur d'absorption; les solutions acides réduisent la proportion d'acide gallique absorbé; l'alcool en quantité suffisante prévient l'absorption des acides gallique et tannique. L'absorption se manifeste aussi avec la gélatine solide, mais à un degré moindre. L'albumine, employée comme précipitant pour les tannins, se comporte comme la gélatine. L'albumine précipitée par la chaleur absorbe l'acide gallique aussi rapidement que lorsque la précipitation a eu lieu par l'acide tannique en solution aqueuse; les acides et les sels influent sur le degré d'absorption comme dans le cas de la gélatine. La fibre de soie pure (fibroïne) semble posséder les propriétés des autres colloïdes vis-à-vis des acides tannique et gallique; il en est de même pour la poudre de peau.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Mai 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. J. Korteweg présente au nom de M. L. E. J. Brouwer : *La distribution des vecteurs polydimensionaux*. L'auteur suppose que chaque point d'un espace n -dimensionnel E_n porte un système p -dimensionnel de vecteurs donnés, et prouve plusieurs théorèmes généraux se rapportant à l'intégrale de ce système donné, étendue à un espace courbe bilatéral quelconque. La première et la seconde dérivée de cette distribution de vecteurs, la dérivée totale. Le champ de force dans l'espace E_n . Le champ des planivecteurs (tourbillons) en E_n . Le champ de force en E_n . Les considérations de Schering, Fresdorf, Opitz, Killing et Klein se rapportant au potentiel dans l'espace elliptique. Le champ de force en E_n . — M. G. van de Sande Bakhuizen présente au nom de M. J. Stein, S. J.: *Observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 à Tortosa (Espagne)*. Détermination de la corde commune du Soleil et de la Lune au commencement et à la fin de l'éclipse, de même que des moments précis des quatre contacts.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. F. M. Jaeger : *Les éthers des acides gras de la cholestérine et de la phytostérine et les phases fluides anisotropes des dérivés cholestériques*. — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. F. M. Jaeger : *Recherches sur la conduction thermique et électrique des conducteurs cristallins*. Première communication : La conduction thermique et électrique du bismuth cristallisé et de l'hématite. — M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente la thèse de M. H. E. Boeke : « De mengkristallen bij natriumsulfaat, -molybdaat en -wolframfaat » (Les cristaux mixtes de sulfate, molybdate et wolframate de soude).

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. H. Zwaardemaker présente : 1^o la thèse de M. A. Deenik : « Het onderscheidingsvermogen voor toonintensiteiten » (La faculté de distinction par rapport aux intensités des sons); 2^o la thèse de M. D. J. van Reekum : « Quantitatieve onderzoeken over reflexen » (Recherches quantitatives des réflexes); 3^o la thèse de M. J. Gewin : « De woelbewegingen van het hart » (Les mouvements tournoyants du cœur). P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Fritz Schaudinn. — C'est avec une douloureuse stupeur que le monde savant a appris la mort du savant zoologiste — ou plus exactement protozoologiste — allemand Fritz Schaudinn, survenue à Hambourg le 22 juin dernier. On le savait encore jeune, mais beaucoup ont dû être étonnés d'apprendre qu'il n'avait pas trente-cinq ans.

Né le 19 septembre 1871 dans la Prusse orientale, d'une famille d'origine lithuanienne, F. Schaudinn entra en 1890 à l'Université de Berlin, et, après quelques études de Philologie germanique, qu'il abandonna vite, il se consacra à la Zoologie. En 1893, il abordait l'étude particulière des Protozoaires, dirigé sans doute dans cette voie par son maître F.-E. Schultze.

Ses travaux de 1894 à 1896 portèrent sur des Protozoaires à vie libre, Foraminifères, Héliozaïres et Amibes; leur intérêt pour la Biologie générale en fit très rapidement remarquer l'auteur des zoologistes, apprécièrent comme un novateur. Signalons la découverte de la division nucléaire multiple (*multiple Kernvermehrung*), la démonstration du rôle centrosomique du corpuscule central des Héliozaïres, et surtout la signification — donnée en même temps par J.-J. Lister, en Angleterre — du dimorphisme des Foraminifères. On se rappelle les discussions auxquelles cette question avait donné lieu et la part prise par deux éminents savants français, Munier-Chalmas et Schlumberger. Un remarquable travail sur le *Trichosphaerium*, paru en 1899, complète cette série.

Les microbiologistes ont appris le nom de Schaudinn lorsque, en 1897, il publia, en collaboration avec Siedlecki, le mémorable travail sur le cycle évolutif des Coccidies, qui, en établissant, avec une parfaite rigueur cytologique, les diverses étapes de l'évolution de ces êtres et entre autres leur reproduction sexuée, mettait fin à une longue discussion et fournissait une base précise pour des recherches comparatives sur l'hématozoaire du paludisme, dont la nature coccidienne avait été affirmée dix ans auparavant par Metchnikoff.

Trois ans plus tard (1899-1900), en même temps que Schaudinn publiait ses recherches complètes, il était à même, utilisant les travaux récents de Mac Callum,

Ross, Grassi, Koch, d'établir une comparaison détaillée des deux cycles évolutifs.

Dans l'été de 1898, Schaudinn avait, avec F. Römer, fait une expédition dans l'océan glacial arctique. Les documents publiés ont prouvé qu'elle avait été fructueuse. Le fascicule des Tardigrades est de la plume de Schaudinn.

De 1900 à 1905, au service de l'Office sanitaire allemand (*Kaiserliches Gesundheitsamt*), Schaudinn poursuit ses remarquables travaux; il passe trois ans à Rovigno (Istrie), où il peut étudier sur place un certain nombre de Protozoaires pathogènes.

Déjà à la suite de son étude sur l'amibe des ascites cancéreuses, le *Leydenia gemmipara*, il avait fait une incursion dans le domaine du cancer, dont il revint convaincu de la non-existence de Protozoaires parasites. Il étudia successivement, dans des Mémoires bourrés de faits et d'idées générales, une Coccidie parasite du noyau des cellules intestinales de la tanpe; — l'hématozoaire de la fièvre tierce (excellente étude cytologique et biologique, qu'il avait étendue aux autres variétés de l'hématozoaire, recherches restées inédites); — divers Rhizopodes et, parmi eux, les amibes de l'intestin de l'homme (il distingue des types bien tranchés au point de vue de la structure et du cycle évolutif; l'un seulement doit être incriminé comme l'agent de la dysenterie tropicale); — enfin, en janvier 1904, paraît le retentissant Mémoire sur « l'alternance de générations et le changement d'hôte chez le *Trypanosoma* et le *Spirochaete* ». Généralement admises sans discussion et parfois même sans critique par les zoologistes, ses conclusions ont été fortement combattues par certains microbiologistes, et l'un des plus qualifiés, Novy, a publié toute une série de faits qui l'amènent à conclure à l'inexactitude des théories de Schaudinn. Schaudinn reconnaissait lui-même qu'il ne fallait pas généraliser trop vite les faits avancés par lui, et il déclarait (octobre 1905) qu'il y avait, des Trypanosomes aux Spirochètes, une plus grande distance qu'il ne l'avait pensé d'abord. Mais il n'a pas eu le temps de donner le mémoire détaillé qu'il se proposait de publier, ni de produire tous ses arguments, et ce n'est pas un des moindres sujets de révolte contre sa mort prématurée que de voir ainsi interrompue cette

brillante joute scientifique, non seulement entre savants, mais encore entre méthodes : Schaudinn apportant ses procédés d'investigation *zoologique* de reconstitution des cycles évolutifs par des successions ininterrompues de stades étudiés dans tous leurs détails cytologiques. — Novy, sa méthode plutôt *bactériologique* des cultures pures et des infections expérimentales. C'est certainement de l'alliance raisonnée de ces deux méthodes que sortira désormais les progrès les plus marqués en Protozoologie.

Entre temps (1902), Schaudinn fondait l'*Archiv für Protistenkunde*, qui est maintenant à son septième volume : recueil de premier ordre, auquel il a su, dès le début, donner un caractère international en faisant appel aux protistologues les plus qualifiés des divers pays. Personnellement, il y a publié deux Mémoires très intéressants sur la structure des Bactéries (noyau dilués, sporulation accompagnée de phénomènes sexuels rudimentaires).

Revenu à Berlin et toujours au service de l'Office sanitaire allemand, Schaudinn était appelé à contrôler les idées de Looss sur le mode cutané de pénétration des larves d'Ankylostomes ; il put bientôt apporter la première confirmation de la découverte du savant professeur du Caire.

La dernière découverte de Schaudinn, celle du spirille de la syphilis, a encore ajouté à sa grande et légitime réputation scientifique, en le montrant capable d'appliquer à un problème d'ordre plus particulièrement pratique ses rares qualités d'observation et de coordination scientifique. Il recueillait ainsi le fruit de ses travaux antérieurs et aussi de ses recherches extrêmement délicates, restées incomplètes et inédites, sur le spirille de la fièvre récurrente et son évolution chez la punaise des lits.

Schaudinn n'a guère survécu à cette découverte, qui imposait son nom à l'admiration de la foule ; cette consécration n'alla pas, d'ailleurs, sans attaques passionnées ni déchirements pénibles. Attaché depuis quelques mois à l'*Institut für Schiffs- und Tropenhygiene* de Hambourg, il se proposait d'y poursuivre, en toute tranquillité d'esprit, ses recherches de prédilection, qu'il laisse pour la plupart inachevées.

Quelque sorte que l'avenir réserve à certains de ses travaux de Schaudinn, son nom est assuré de rester parmi ceux qui ont ouvert des voies nouvelles à la Biologie.

F. Mesnil,

Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur.

§ 2. — Astronomie

Coordonnées lunaires. — On ne peut espérer parvenir à la connaissance exacte de la figure de notre satellite que par les mesures micrométriques des clichés. Pour cette étude, le bel Atlas photographique de l'Observatoire de Paris est appelé à fournir des éléments de premier ordre : le profil de la Lune offre, en effet, des dépressions et des crêtes qui atteignent 1^{er}, correspondant à une hauteur de 2.000 mètres, et la forme exacte ne pourra résulter que de la réduction complète des mesures micrométriques.

La théorie du mouvement de rotation de la Lune accuse, en particulier, sous l'influence de la Terre, l'existence d'une libration réelle : ébauchée par Lagrange, Laplace, et Poisson, cette théorie suscita les importants travaux de Wichmann, J. Franz, Tisserand, etc., etc.. M. Hayn crut nécessaire de reprendre entièrement la théorie de la libration ; dans un premier Mémoire, il avait tenu compte d'une quantité de petits termes généralement négligés ; en 1895, à l'Observatoire de Leipzig, il commença une série de mesures micrométriques sur des points déterminés de la surface avec cinq points principaux : trois dans le voisinage de l'équateur, et deux près des pôles.

Avec quinze points de second ordre, tous les points sont rapportés à l'un d'eux et aux bords de la Lune par différences d'ascension droite et de déclinaison, d'où

trois importants Mémoires de l'auteur concernant les coordonnées sélographiques : étude du mouvement de rotation ; discussion des mesures relatives aux points principaux ; discussion correspondante pour les points secondaires. Pour déduire la rotation et les coordonnées du réseau, en partant des mesures micrométriques, on devra procéder par approximations successives ; et comme, vue de la Terre, une oscillation de 220" paraît réduite à 1", il suffit d'adopter les lois de Cassini avec la libration apparente, qui serait imperceptiblement corrigée par la libration réelle ; les inconnues sont prises avec des valeurs provisoires que vient rectifier la comparaison entre les résultats fournis, soit par le calcul, soit par l'observation directe.

Ce sont là de longues et minutieuses recherches qui font honneur à leur auteur et contribuent utilement à la connaissance de notre satellite.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La production des ateliers de chemins de fer américains. — M. Laurent, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction au Chemin de fer d'Orléans, vient de publier, dans le numéro de mai de la *Revue générale des Chemins de fer*, une Note des plus intéressantes sur la production des ateliers de chemins de fer en Amérique, note qui renferme, sur l'organisation de ces ateliers, nombre de renseignements immédiatement applicables aux ateliers de construction de machines en général. M. G. Richard en a extrait les indications suivantes, qui complèteront très utilement le récent article publié ici même par M. Sauvage sur les locomotives américaines¹.

Aux Etats-Unis, comme on le sait, les locomotives ne sont pas, ainsi que bien souvent chez nous, entretenues jusqu'à la limite de la décrépitude ; il est rare que l'âge moyen des locomotives y dépasse une dizaine d'années. Le nombre des locomotives immobilisées pour les réparations y atteint, pourtant, comme en France, 15 à 20 % de l'effectif total ; mais le parcours annuel moyen des locomotives y est bien plus considérable : de 64.000 et 49.000 kilomètres, par exemple, au *Pennsylvania Railroad*, pour les voyageurs et les marchandises, respectivement, au lieu de 45.000 et 29.000 sur l'Orléans, en 1904. D'autre part, le parcours moyen entre deux réparations est moindre sur le *Pennsylvania*, et les durées d'immobilisation, pour ces réparations, sont moitié moindres, ce qui tient à l'activité de la production des ateliers de réparation, activité due à l'organisation du travail et à la supériorité de l'outillage de ces ateliers.

En ce qui concerne l'organisation du travail, il faut faire remarquer :

1^{re} La spécialisation des ouvriers par équipes chargées exclusivement chacune de la réparation de tels ou tels organes des machines. « Cette division du travail et des responsabilités, dit M. Laurent, loin d'être une cause de frottements et de pertes de temps, paraît, au contraire, avec une bonne surveillance, favoriser beaucoup la rapidité du travail. Les équipes qui ont à se succéder ou à travailler ensemble sur une même machine se poussent mutuellement. » Mais ceci suppose des ouvriers très intelligents et disciplinés. En outre, « un ouvrier chargé d'un travail n'en est jamais distrait ; on met à sa disposition tous les engins de manutention nécessaires pour qu'il puisse remplir sa tâche d'une façon presque continue, sans être obligé de s'en distraire pour faire l'office de manœuvre. »

2^e L'accumulation, toutes les fois que le travail s'y prête, d'une grande quantité de main-d'œuvre sur un même point, par exemple, jusqu'à douze hommes travaillant sur un même foyer, sans se gêner, et en exécutant chacun sa partie ; « l'ouvrier le plus actif entraîne

¹ E. SAUVAGE : Les Locomotives américaines. *Rev. gén. des Sciences* du 15 mai 1906, t. XVII, p. 402.

forcément l'ouvrier moins actif...; ce dernier se trouve poussé dans l'équipe comme l'ouvrier servant une machine-outil puissante est poussé par la machine même». Ceci suppose évidemment que l'ouvrier moins actif ne soit pas le maître des autres.

3° *L'approvisionnement de l'ouvrier en matières à travailler.* Cet approvisionnement est tel que l'ouvrier n'est jamais arrêté par le manque de matières premières; il a toujours à sa disposition un approvisionnement de plusieurs jours, qui le pousse à la production. Jamais le travail de réparation commencé sur une machine n'est arrêté pour attendre une pièce, et le travail est organisé de manière que les diverses réparations à faire sur les différentes parties de la machine soient terminées au moment voulu.

En ce qui concerne la disposition des ateliers en vue de la production rapide, elle est étudiée avec le plus grand soin, souvent par des ingénieurs spécialistes, qui entreprennent, pour un réseau donné, l'étude des meilleures dispositions à prendre. La principale question est de grouper les départements de l'ajustage, du montage et de la chaudronnerie de manière à simplifier et activer leurs rapports et de leur donner les dimensions relatives nécessaires pour arriver au maximum de production. L'atelier d'ajustage, notamment, est toujours largement conçu; on lui alloue jusqu'à 300 mètres carrés de surface par fosse de montage, avec une moyenne de trois machines réparées par mois et par fosse (Ateliers d'Altoona). On peut, avec de pareils espaces, disposer d'un grand nombre de machines-outils, entre lesquelles on peut circuler librement et accomplir rapidement les manœuvres de manutention des pièces. Aux ateliers de Montréal (*Canadian Pacific*), la surface de l'atelier d'ajustage atteint 33 mètres carrés par machine-outil, au nombre de 145.

Les ateliers sont largement pourvus de ponts roulants électriques de 50 à 100 tonnes pour les montages, et l'appareils de manutention de toutes sortes, notamment de palans à air comprimé extrêmement mobiles et commodes, et aussi de réseaux de voies de roulage normales et étroites, ces dernières parfois avec leurs rails entre ceux des voies normales. Mais ce n'est que par l'examen des plans de ces ateliers que l'on peut apprécier leur organisation; on en trouvera des exemples dans le Mémoire de M. Laurent.

L'outillage est remarquable par sa spécialisation et sa puissance. En ce qui concerne la puissance, on n'a pas hésité à renforcer les machines-outils, les tours notamment, pour profiter au maximum possible de l'augmentation de débit que permet l'emploi des outils rapides. La commande des machines-outils par des dynamos a singulièrement facilité cette adaptation. L'emploi des outils pneumatiques rend aussi les plus grands services. Leur usage est universel, au point que, dans la plupart des ateliers, les canalisations d'air comprimé sont aussi développées que celles de l'électricité. Le dépôt d'Altoona, qui assure l'entretien de 200 locomotives, a ses machines pneumatiques alimentées par deux compresseurs. Il en tout 17.000 litres par minute, et 150 chevaux. Il possède une station centrale d'électricité de 800 chevaux. Ceux de Reading, pour une réparation de 48 machines à la fois, en ont une de 2.000 chevaux.

En ce qui concerne les voitures et wagons, les chemins de fer américains pratiquent, encore plus que pour les locomotives, le mépris des vieilles pataches. On y profite largement de la puissance des ateliers pour construire des wagons neufs en série et à très bon compte; la durée des wagons en bois y est inférieure à quinze ans. L'emploi des wagons avec ossature et châssis en acier et panneau en bois tend à se généraliser, avec la même tendance à faire neuf que pour les wagons en bois. Les ateliers de réparation et de construction de ces voitures et wagons sont établis et administrés d'après les mêmes principes que ceux des locomotives, et avec le même succès.

§ 4. — Physique

Une méthode pour mesurer la résistance électrique des arbres vivants. — Dans un récent numéro de la *Physikalische Zeitschrift*¹, M. E. Dorn décrit un procédé qu'il vient d'imaginer pour mesurer la résistance électrique des arbres vivants. Il propose d'enfoncer dans le tronc de l'arbre 3 forets de 5 millimètres d'épaisseur, à une hauteur de 20 à 40 centimètres au-dessus du sol, jusqu'à la profondeur de quelques centimètres, en des points équidistants de sa circonférence, de relier ces forets par un fil de cuivre nu et d'arranger un dispositif analogue à 5-6 mètres au-dessus du premier.

Après avoir ensuite lancé un courant d'intensité connue à travers la portion intermédiaire de l'arbre, au moyen d'électrodes non polarisables disposées à 80 centimètres au-dessus du dispositif inférieur et à distance égale au-dessous du dispositif supérieur, M. Dorn mesure la différence de potentiel. Les électrodes dont il se sert se composent soit d'un morceau de branche de l'arbre en essai, soit d'argile avec une solution étendue de sel commun, ou d'argile avec une solution saturée de sulfate de zinc et de zinc amalgamé. Tous les instruments de mesure étant disposés sur des disques de paraffine, un électromètre à quadrants et une méthode de compensation ont donné des valeurs sensiblement identiques du potentiel. En intervenant le courant et en tenant compte de certaines influences perturbatrices, on élimine autant que possible toute source d'erreur. Lorsqu'on répète les mesures à des intervalles rapprochés, en modifiant quelque peu les conditions de l'expérience, on réalise un accord moyen à 1/3 % près. On n'observe aucune influence appréciable de la résistance en plaçant l'une des électrodes dans le plan horizontal.

§ 5. — Chimie

Les idées actuelles sur la constitution des albumines et les travaux de P. Schützenberger. — Les dernières découvertes de Fischer, de Kossel et de leurs élèves sur la constitution des albumines, en montrant que le dédoublement de ces corps conduit à des acides amidés (glycocolle, alanine, phénylalanine, acides aspartique, glutamique, pyrrolidine-carbonique, leucine, tyrosine, arginine, lysine, histidine, etc.), posaient une question du plus haut intérêt touchant les résultats acquis depuis plus de vingt ans par les belles recherches de Schützenberger.

On sait que ce savant a isolé, des produits du dédoublement barytique des matières protéiques, quelques acides amidés et aussi des corps plus complexes, qu'il avait désignés sous le nom de *leucines*, $C_{12}H_{21}N_3O_7$, *leucéines*, $C_{12}H_{20}N_3O_7$, *glucoprotéines*, $C_{12}H_{21}N_3O_8$, *corps vitreux amorphes*, toutes substances dont la constitution restait inconnue et dont l'existence même était difficile à concilier avec les travaux de l'Ecole allemande.

Ce problème vient d'être résolu grâce aux efforts de MM. L. Huguonnet et A. Morel², de la Faculté de Médecine de Lyon. Ces chimistes, qui, depuis plusieurs années, se sont attachés à l'étude des substances albuminoïdes et de leurs produits de dédoublement, viennent d'élucider la constitution des matériaux isolés par P. Schützenberger, en montrant que ceux-ci ne sont pas des produits définis, mais bien des mélanges d'acides amidés déjà connus.

C'est ainsi que les chimistes lyonnais ont montré dans les *leucines* l'existence de: l'alanine (10 %), la phénylalanine (2,8 %), l'acide aspartique (1 %), l'acide glutamique (0,8 %), la tyrosine (5 %).

MM. Huguonnet et Morel ont établi que les *leu-*

¹ *Physikalische Zeitschrift*, n° 10, 1906.

² HUGUONNET et MOREL : *C. R. Acad. des Sc.*, juin 1906.

céines sont des mélanges de leucine (31 %), alanine (21 %), tyrosine (0,2 %), proline (5,8 %), phénylalanine (19 %), acide aspartique (3,9 %), acide glutamique (1,9 %).

Les *glucoprotéines* leur ont fourni de : l'alanine (13 %), la leucine (12 %), la proline (0,2 %), la phénylalanine (7 %), l'acide aspartique (5 %), l'acide glutamique (12 %).

Le *corps vitreux amorphe* est un mélange de polypeptides, dédoublables par les acides en composés amidés plus simples.

Les dénominations de *leucines*, *leucéines*, *glucoprotéines* doivent donc disparaître de la science.

Ainsi tombe une des difficultés les plus troublantes dans l'étude des matières protéiques. Le désaccord entre les résultats de P. Schützenberger et ceux des chimistes contemporains n'est qu'apparent, les progrès récents de la technique ayant permis à MM. Hugonnet et Morel de résoudre les produits obtenus par P. Schützenberger en un mélange d'acides amidés.

En outre, ces travaux montrent que l'hydrolyse des matières protéiques aboutit à des résultats sensiblement identiques, soit qu'on la poursuive par les alcalis, soit qu'on la réalise par les acides.

Enfin, les auteurs lyonnais, étudiant les urées composées des acides amidés les mieux connus (leucine, tyrosine), n'ont pas réussi à obtenir par la digestion pancréatique le dédoublement de ces dérivés, à l'inverse de ce qui se passe pour les polypeptides de Fischer, ce qui semblerait prouver, contrairement à l'opinion de P. Schützenberger, que le groupement



de l'urée n'a pas, dans la molécule des albumines, l'importance qui lui avait été attribuée.

§ 6. — Physiologie

Les voies de la sensibilité dolorifique et calorifique dans la moelle. — Les études sur la physiologie du système nerveux central ne sont pas poursuivies aujourd'hui comme il conviendrait, par les biologistes. Et pourtant combien de questions, et des plus importantes, qui mériteraient d'être reprises et éclaircies par de nouvelles expériences! Telle est, par exemple, la question des voies de la sensibilité dolorifique et calorifique dans la moelle, question que les classiques expériences de Schiff (1854) et de Brown-Séquard (1866) semblaient avoir définitivement résolue, et à laquelle M. Ed. Bertholet vient de donner une solution tout à fait différente de celle qu'ont proposée ses illustres devanciers¹.

A la suite de très nombreuses expériences de sections partielles du névraxe, Schiff était arrivé à cette conclusion que la sensibilité dolorifique est transmise dans la moelle par la substance grise :

« Je crois pouvoir déduire, dit-il, de mes recherches, que chaque pont de substance grise, dans toute sa hauteur, qui unit encore la partie céphalique à la partie caudale de la moelle, donne, à la suite des excitations qui frappent le train postérieur, des réactions sensibles encore nettes : cris, tentative de fuite, etc., dans le train antérieur. De profondes lésions de la substance grise affaiblissent et ralentissent la sensation dolorifique dans tout le train postérieur. »

A cette théorie de la conduction de la sensibilité dolorifique par la substance grise de la moelle se rattachent, à la suite de Schiff, Brown-Séquard, O. Funke, Cl. Bernard, Longet, Frédéric et Nuel, Waller, A. Herzen, etc. L. Landois, résumant l'opinion commune à tous ces physiologistes, écrit : « La sensibilité à la douleur est transmise par les racines postérieures et par la substance grise. Lorsqu'il n'y a plus de subs-

tance grise, on observe une analgésie dans les parties situées au-dessous de la section ».

Il y a, à la vérité, quelques notes discordantes ; mais, comme elles reposent essentiellement sur des données cliniques, qui n'ont pas et ne peuvent pas avoir, dans la plupart des cas, toute la rigueur et toute l'exactitude d'expériences physiologiques, on a coutume de noter ces divergences sans en tenir, en général, grand compte dans les ouvrages de Physiologie. On peut dire que la doctrine de Schiff et de Brown-Séquard est actuellement la seule doctrine classique.

Les très remarquables observations et expériences faites par M. Ed. Bertholet dans les laboratoires anatomique et physiologique de l'Université de Lausanne, et exposées par lui dans son Mémoire, nous paraissent bien établir que cette doctrine classique devra être abandonnée. Les expériences de cet auteur ont été principalement faites sur le chat, sur lequel les observations de sensibilité sont plus faciles et plus précises que sur les autres animaux de laboratoire ; elles ont, d'ailleurs, été complétées par quelques autres pratiquées chez le chien.

Sans entrer dans la description des observations anatomo-histologiques du travail de M. Bertholet, et nous bornant à résumer ses recherches expérimentales, nous concluons avec lui que les impressions de douleur et de chaleur ne sont pas transmises à distance dans la moelle tout le long de la substance grise ; que ces impressions sont conduites par les cordons latéraux de la moelle, et qu'ainsi se trouve renversée la doctrine physiologique classique et justifiée la conception basée sur les observations cliniques qu'avaient défendue Van Gehuchten, Karl Petren, J. Piltz, etc.

M. Bertholet, pour faire cette démonstration, pratique aseptiquement, chez l'animal anesthésié à l'éther, des sections partielles de la moelle dans la région dorsale moyenne. Ces sections sont ou des sections à 1/4, ou des hémisections, ou des sections aux 3/4. M. Bertholet expose très clairement la technique très simple qui permet de les réaliser. Une section à 1/4 intéresse le cordon latéral, mais respecte la totalité de la substance grise ; une section aux 3/4 intéresse la totalité de la substance grise et ne respecte qu'un cordon latéral. Les observations de sensibilité sont faites lorsque l'animal est remis du choc opératoire, et l'on ne retient de ces observations que ce qui est définitif et demeure chez l'animal lorsque l'état permanent est réalisé. L'animal étant sacrifié, la région de la moelle au niveau de laquelle a été pratiquée la section partielle est soumise à une observation histologique, destinée à bien préciser l'étendue de la section partielle et à déterminer rigoureusement la nature des éléments conservés intacts et de ceux qui ont été altérés par l'opération.

Les chats (M. Bertholet en rapporte quatre exemples) chez lesquels a été pratiquée une section aux 3/4 de la moelle dorsale, chez lesquels l'examen histologique démontre que la colonne grise a été totalement sectionnée, ont tous conservé la sensibilité dolorifique et calorifique dans le train postérieur du corps et des deux côtés. Par contre, un chat chez lequel, à quelques jours d'intervalle, on avait pratiqué une section aux 3/4 à droite et, à un niveau différent, une hémisection gauche, ne présentait plus aucune sensibilité dolorifique ou calorifique dans le train postérieur (la première section partielle aux 3/4 ayant respecté cette sensibilité, bien que la colonne grise ait été totalement sectionnée, comme en témoigne l'examen histologique). Ces observations de M. Bertholet n'établissent-elles pas nettement que la sensibilité dolorifique et calorifique est conservée dans le train postérieur du chat alors même que la totalité de la colonne grise de la moelle a été sectionnée, pourvu que l'un au moins des cordons latéraux soit intact, tandis que cette sensibilité est abolie dès que les deux cordons latéraux ont été sectionnés, alors que la colonne grise présente une continuité au moins partielle. C'est ce qu'en langage physio-

¹ Le Névraxe, vol. VII, fasc. 3, Louvain, 1906.

logique courant on traduit de la façon suivante : la conductibilité dolorifique et calorifique se transmet dans la moelle par les cordons latéraux et non par la substance grise.

Dans un dernier chapitre de son travail, M. Bertholet cherche à établir comment ses devanciers avaient pu conclure selon la doctrine classique; il nous semble que cet examen critique n'est pas aussi approfondi qu'il eût pu l'être pour convaincre définitivement tous les physiologistes. Sans doute, les expériences de M. Bertholet ont été faites avec un soin minutieux et suivant une excellente technique; les faits qu'il nous expose sont acquis. Nous espérons seulement qu'il reviendra prochainement sur la discussion des conceptions de ses devanciers pour la poursuivre à fond et nous permettre de substituer, à la doctrine classique de la conductibilité dolorifique et calorifique par la substance grise, la doctrine qu'il lui substitue de la conductibilité par les cordons latéraux de la moelle.

§ 7. — Sciences médicales

La rage et les chiens errants. — M. H. Martel vient d'insister à nouveau sur la nécessité d'un service de capture des chiens errants, fonctionnant d'une façon continue et avec la plus grande sévérité. En effet, depuis plusieurs années que la Police municipale à Paris fait preuve d'un grand zèle dans cette opération et que l'Administration signale tous les cas de rage constatés à la Police municipale, en vue d'appliquer les règlements aussi strictement que possible, on enregistre une amélioration notable.

Les chiffres qui traduisent l'importance des captures sont des plus nets : 14.457 chiens errants sont capturés en 1901, 14.735 en 1902, 12.438 en 1903, 13.036 en 1904, et 11.148 en 1905. Le nombre des cas de rage observés sur les animaux vivants à la Fourrière tombe à 1 en 1903, et à 0 en 1904 et 1905. Celui des cas observés à Paris seulement décroît progressivement; il était de 560 en 1903; il est de 84 en 1904, de 56 en 1905. Enfin, 502 personnes de Paris ou de la Seine ont été traitées à l'hôpital Pasteur en 1898; il n'y en a eu que 200 environ en 1904. Ces résultats méritent d'attirer toute l'attention des Pouvoirs publics.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Le Soudan égyptien et son nouveau chemin de fer. — Le 27 janvier dernier, lord Cromer a procédé à l'inauguration du chemin de fer qui relie Berber à Port-Soudan, en mettant les rives du Nil en communication avec le littoral de la mer Rouge. La ligne a une longueur de 532 kilomètres; elle a coûté 35 millions de francs et a été construite dans des conditions de rapidité véritablement remarquables : les travaux, commencés en août 1903, ont été terminés en octobre 1905. Ces résultats sont d'autant plus merveilleux que les difficultés n'étaient pas négligeables : sur la majeure partie du trajet, l'eau fait absolument défaut et le pays est complètement dénué de toute ressource en hommes ou en approvisionnements. Le terminus choisi sur la Mer Rouge, Port-Soudan, se trouve un peu au nord de Souakim. C'est une des nombreuses petites baies de la côte, que l'on a transformée en port sûr, où les vapeurs pourront en toute saison trouver un excellent mouillage à l'abri des tempêtes. Port-Soudan ne tardera pas à commander toute la

Mer Rouge et à faire concurrence à Suez. Souakim a été abandonné à cause de sa difficulté d'accès et de l'insalubrité de son climat.

Comme plusieurs voies africaines parallèles qui unissent l'intérieur à la côte, la nouvelle ligne ne vaut guère que par ses extrémités; hormis la découverte possible de mines, la région traversée, de caractère désertique, n'est pas susceptible d'alimenter le trafic. Cette voie ne doit donc être considérée que comme le débouché du Soudan égyptien. Du confluent de l'Atbara avec le Nil jusqu'à Alexandrie, il y a plus de 1.900 kilomètres; par le nouveau chemin de fer, la distance à la mer est réduite à 500 kilomètres environ. Ces chiffres permettent d'apprécier, au point de vue soudanais, l'importance de l'entreprise, qui, par ailleurs, se présente comme une solution de continuité, créée artificiellement et volontairement entre le Soudan et l'Egypte. Aussi bien, n'est-on pas étonné d'entendre les doléances des journaux égyptiens et de lire des appréciations comme celle-ci : « En construisant cette ligne au lieu de relier Assouan à Halfa, les Anglais ont voulu séparer définitivement le Soudan de notre pays. »

Le Soudan égyptien, dépeuplé et dévasté par le régime du madhisme, a besoin d'efforts nombreux et intelligents pour renaître au point de vue économique. La construction du chemin de fer de Berber à Port-Soudan ne représente qu'un de ces efforts; d'autres ont été faits ou sont en voie d'exécution. De nombreuses lignes sont projetées : deux d'entre elles rayonneront de Khartoum, l'une s'avancant dans la plaine de Ghezira, entre le Nil Bleu et le Nil Blanc, l'autre se dirigeant du côté d'El Obéid et du Khordofan. Enfin, pour mieux faire converger vers le Soudan tout le trafic des régions environnantes, le chemin de fer de Wadi-Halfa à la troisième cataracte a été abandonné, tandis qu'un autre était construit d'Abou-Hamed jusqu'à Méroé.

En même temps que le développement des voies ferrées, on pousse activement les travaux d'irrigation desquels dépend l'avenir de l'agriculture. Tandis que les eaux du Nil Blanc sont, en principe, réservées à l'Egypte, ce sont celles du Nil Bleu que l'on veut utiliser pour le Soudan égyptien. Il faut bien remarquer que, là encore, cette dernière région est mieux traitée que l'Egypte, car, tant que l'on n'aura pas régularisé le Nil Blanc, à travers la cuvette marécageuse qui s'étend entre Lado et Fachoda, le Nil Bleu restera le facteur prépondérant des crues du delta. Devant l'impossibilité, pour des raisons politiques, d'établir un barrage sur le lac Tana, l'Administration a eu recours à toute une série de barrages locaux et de réservoirs d'endiguement, établis sur le cours inférieur du Nil Bleu.

L'agglomération de Khartoum se développe avec une rapidité extraordinaire; lorsque les voies de communication projetées seront terminées, cette ville sera une capitale vraiment géographique. Deux autres centres voisinent avec la cité officielle et administrative : Halfaya, la ville des affaires, située un peu au nord du confluent, sur la rive droite du Nil Blanc, et Omdurman, la ville indigène, l'ancienne capitale du Madhi, qui s'étale sur la rive gauche du même fleuve. Le Soudan égyptien marche rapidement vers son autonomie absolue, et l'œuvre de rénovation que les Anglais sont en train de poursuivre marque un effort colonial digne de toute notre attention.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles de Fribourg (Suisse).

¹ La Presse Médicale, 30 juin 1906.

BLINDAGES ET PROJECTILES DE RUPTURE

PREMIÈRE PARTIE : BLINDAGES

I. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

On s'est plaint pendant longtemps du désintéressement absolu du public français pour les questions maritimes; il semble que ces temps soient passés, à en juger par la part active prise par la presse politique dans les polémiques d'ordre technique soulevées par l'élaboration du nouveau programme de constructions navales. Beaucoup de grands quotidiens ont, en effet, largement ouvert leurs colonnes aux nombreux écrivains qui ont pris part à une discussion dont le dernier mot va être prononcé par le Parlement. Le moment est donc favorable pour passer en revue les progrès récents faits par l'artillerie et la cuirasse.

En ce qui concerne le canon, son action offensive est caractérisée par deux facteurs : la qualité de son projectile et la force vive dont est animé celui-ci à l'instant du choc. Mais, tandis que l'étude du premier de ces facteurs est, comme celle des blindages, d'ordre à peu près exclusivement métallurgique, celle du second équivalant à une étude d'ensemble de l'artillerie navale moderne, étude que nous n'avons pas l'intention d'aborder quant à présent. Nous bornerons donc notre examen à la question « projectile » proprement dite, et, sans nous préoccuper des moyens par lesquels l'artillerie réalise ses grandes vitesses initiales, nous n'envisagerons que les résultats obtenus au polygone dans les tirs sur plaques et les grands traits de la fabrication du matériel.

Ainsi réduite, notre tâche sera, d'ailleurs, encore malaisée, en raison du grand nombre de facteurs qui interviennent dans toute question de ce genre et de la difficulté que l'on éprouve soit à délimiter leur rôle, soit à apprécier leur importance. C'est ce qui explique pourquoi les diverses marines militaires paraissent avoir tiré un si mince profit immédiat des leçons de choses données par la guerre russo-japonaise. Au point de vue purement technique et dans le domaine restreint de notre étude, les enseignements en question sont, en effet, à peu près nuls; au surplus, en l'absence de toute documentation précise, ils ne sauraient confirmer ou infirmer en rien les résultats dûment constatés sur les champs de tir. On doit, d'ailleurs, remarquer que, si les résultats obtenus dans l'action diffèrent profondément de ceux qu'escomptent parfois les techniciens, c'est uniquement par suite de la réduction du nombre des atteintes, car il est bien évident

que l'action matérielle d'un projectile atteignant un obstacle dans des conditions déterminées reste la même lorsque celles-ci ne varient pas. Or, comme toutes les circonstances d'un impact sur la plaque peuvent, en général, être réalisées au polygone, il s'ensuit que les résultats observés en ce dernier endroit pourront nous renseigner valablement sur les effets au but, dans le cas d'un tir de combat.

II. — APERÇU HISTORIQUE.

§ 1. — Blindages.

Si l'on néglige les batteries flottantes imaginées en 1782 par le chevalier d'Arçon en vue du siège de Gibraltar, et celle que construisit en 1814 Fulton pour la défense de la baie de New-York, on peut dire que l'entrée en scène du navire cuirassé ne remonte qu'au 17 octobre 1854, date à laquelle les batteries blindées la *Lave*, la *Tonnante* et la *Dévastation* affirmèrent leur puissance militaire en réduisant au silence les canons de la forteresse de Kinburn, et ce, au prix d'avaries insignifiantes, malgré le grand nombre de boulets qu'elles avaient reçus de l'artillerie russe.

Les batteries en question n'étant toutefois pas des navires de haute mer, l'ancêtre incontestable de la marine cuirassée est la *Gloire*, lancée en 1859, dont la conception, due au génie de Dupuy de Lôme, était la résultante directe du mouvement d'idées auquel avait donné lieu la prise de Kinburn. A ce sujet, il n'est pas sans intérêt de rappeler que la protection de la *Gloire* était constituée par une muraille formée de plaques de fer de 120 millimètres d'épaisseur à la flottaison et de 110 millimètres à hauteur de la batterie, fixées sur un matelas en bois ayant les épaisseurs correspondantes de 660 millimètres et 600 millimètres.

L'usage exclusif du fer comme métal à blindages subsista pendant une vingtaine d'années, et, pendant toute cette période, l'amélioration de la puissance défensive du navire consista presque uniquement dans l'augmentation de l'épaisseur des plaques. Dès 1876, l'Italie adoptait cependant un blindage en acier ordinaire pour le *Duilio* et le *Dandolo*; mais on peut dire que ce mode de protection constitua, pendant quelques années, une véritable exception parmi les errements en usage dans les marines militaires. C'est vers 1880 que l'on vi

apparait le blindage mixte ou compound, composé d'une plaque de fer sur laquelle on ajoutait

une chemise d'acier; la plaque finie, résultant du laminage de l'ébauche ainsi constituée, avait letiers de son épaisseur formé par une couche d'acier.

Plus résistante que la plaque en fer de même épaisseur (20 % environ), la plaque en métal mixte avait le grave inconvénient d'être beaucoup plus fragile, au moins à sa surface, et il arrivait souvent que le choc du projectile décollait sur une étendue notable la couverte en acier du matelas en fer auquel on avait tenté de la souder par laminage.

Le blindage en acier ordinaire était naturellement un peu plus résistant, à épaisseur égale, que le blindage en compound; mais, par suite de la fragilité inhérente à l'emploi de l'acier, une plaque, même de grande surface, pouvait être ruinée par un seul coup, alors que la plaque mixte donnait toujours la protection de son matelas en fer. Les avantages et les inconvénients inhérents à l'emploi de ces deux genres de blindages expliquent donc très bien pourquoi la lutte entre l'acier et le métal compound dura jusqu'à l'apparition de l'acier spécial, c'est-à-dire jusqu'en 1892.

La grande dureté relative de ce dernier métal par rapport à celle de l'acier ordinaire (résistance à la perforation supérieure de 20 %) et son manque complet de fragilité montrent immédiatement la nature du progrès réalisé par l'emploi de l'acier spécial. Il était, d'ailleurs, à peine signalé à l'attention du monde maritime qu'il était lui-même suivi d'un notable perfectionnement, consistant dans le durcissement de la face d'impact par la cémentation de celle-ci (Brevets Harwey, 1893).

Extrêmement résistantes à l'obus de rupture ordinaire (résistance à la perforation supérieure de 30 %), les plaques harweyées avaient le défaut d'être fragiles; le procédé Krupp a corrigé cette déféctuosité, tout en conservant aux plaques la grande résistance due à l'emploi de la cémentation. Enfin, et tout récemment, le procédé Charpy a permis de donner aux plaques d'épaisseurs inférieures à 100 millimètres les qualités caractéristiques du métal Krupp, alors que ce dernier procédé était inapplicable dans ce cas.

Il résulte donc de ce qui précède que les blindages en fer et en acier ordinaire ou mixte ne présentent plus aujourd'hui qu'un intérêt purement historique: nous ne nous occuperons, par suite, dans la présente étude, que des blindages en acier spécial ou en acier cémenté, ces derniers étant eux-mêmes fabriqués par l'un des trois procédés Harwey, Krupp et Charpy.

§ 2. — Projectiles de rupture.

L'évolution du projectile a naturellement suivi celle de la cuirasse. Sur la *Gloire* et les premiers cuirassés, les projectiles employés n'étaient autres

que les boulets sphériques en fer de l'ancienne artillerie lisse (canons de 30), dont le choc, à la distance de 30 mètres, sur les plaques en fer de 12 centimètres constituant la protection de la *Gloire*, ne produisait que des empreintes de 85 millimètres de profondeur.

La mise en service de l'artillerie rayée (canon de 16^{cm}, modèle 58-60, et artillerie modèle 64-66), qui comportait, avec des calibres déjà très considérables, l'emploi de projectiles ogivaux en fonte dure pesant plus de deux fois le poids du boulet rond de même calibre, augmenta dans de grandes proportions la puissance offensive du projectile, malgré la réduction notable des vitesses initiales qui s'ensuivit. L'apparition de l'artillerie modèle 1870, dont la caractéristique principale était l'emploi d'une ceinture en cuivre pour le forçement du projectile dans les rayures, permit d'ailleurs à l'artillerie navale de réaliser, peu de temps après, une augmentation des vitesses initiales, qui passèrent de 360 à 430 mètres environ. Néanmoins, et tant que persista l'usage du fer comme métal à blindages, le boulet ogival en fonte dure se maintint en service, en raison de son efficacité certaine.

La généralisation de l'emploi de l'acier ordinaire et du métal compound comme métaux à blindages fit ressortir l'insuffisance des projectiles précédents; l'artillerie eut alors recours à l'acier ordinaire forgé, auquel succéda, vers 1881, l'acier au chrome, dont les remarquables propriétés venaient d'être mises en évidence par les travaux de M. Brustlein, le distingué ingénieur des usines d'Unieux.

Simultanément, l'artillerie, par l'emploi des poudres prismatiques brunes et la mise en service de l'artillerie en acier, modèle 81, d'une longueur d'âme de 30 calibres, réalisait une nouvelle augmentation des vitesses initiales, qui étaient ainsi portées à plus de 600 mètres par seconde.

Suffisants dans l'attaque des plaques en acier ordinaire ou spécial, dont ils traversaient sans se rompre des épaisseurs au moins égales à leur calibre, les obus en acier chromé se montrèrent, par contre, très médiocres dans l'attaque des plaques cémentées. L'apparition de ces dernières marqua donc, pour peu de temps, il est vrai, un triomphe incontestable de la défensive, malgré la grande augmentation des vitesses initiales, corrélativité de l'emploi des poudres sans fumée et de canons appropriés au tir de celles-ci.

Avec des vitesses au choc très supérieures à celles qu'exige la perforation des plaques en acier ordinaire de même épaisseur (30 % environ en moyenne), le projectile de rupture en acier chromé arrivait bien à perforer les plaques cémentées.

tées, mais il se brisait invariablement au choc.

L'invention de la coiffe par l'amiral Makaroff, survenue dans les premiers mois de 1894, mit fin à la supériorité éphémère reconquise par le blindage. Vitesse à part, la plaque cimentée attaquée par les obus coiffés se comporte, en effet, à peu près comme la plaque en acier ordinaire attaquée par des obus de rupture non coiffés. Depuis cette époque, le projectile et la coiffe n'ont subi que des perfectionnements de détail, et l'accroissement considérable de la puissance offensive de l'artillerie survenu dans ces dix dernières années n'est que la résultante presque exclusive de l'augmentation ininterrompue des vitesses initiales.

III. — ETALONNAGE DES PLAQUES.

L'appréciation de la qualité des plaques se fait toujours à l'aide du tir; les essais mécaniques et les analyses effectuées en usine n'ont guère, à ce point de vue, qu'une importance purement documentaire, encore que leur connaissance soit indispensable à l'ingénieur métallurgiste chargé de diriger une fabrication de plaques. Plusieurs tentatives ont, cependant, été faites en vue de relier les résultats du tir à ceux que fournissent les essais mécaniques; parmi celles-ci, nous citerons les travaux du général Moisson. Mais les résultats obtenus, déjà insuffisants dans le cas de plaques homogènes (aciers ordinaire et spécial) qui se laissent traverser sans briser le projectile, se sont trouvés sans valeur dans le cas de l'acier cimenté, par suite de l'action destructrice exercée par la couche durcie sur le projectile. Une formule de ce genre, pour être satisfaisante, devrait en effet, dans ce cas, tenir compte des constantes mécaniques du métal de l'obus aussi bien que de celles de la plaque; or, comme ces constantes varient de la pointe du projectile à son culot et d'une face à l'autre de la plaque, on s'explique aisément l'impossibilité d'établir *a priori* une relation quelconque entre ces éléments et les données et résultats des tirs.

En France et sur le continent, on définit la résistance d'une plaque par la valeur du rapport existant entre : 1° la vitesse stricte de perforation, V_p , de la plaque en question, attaquée sous une incidence donnée par un projectile déterminé, et 2° la vitesse stricte de perforation V_f d'une plaque en acier ordinaire de même épaisseur, attaquée, sous la même incidence, par un projectile ogival de même poids et de même calibre que ci-dessus.

La valeur du rapport en question étant désignée par la lettre ρ , on a donc, par définition,

$$(4) \quad \frac{V_p}{V_f} = \rho;$$

pour l'acier ordinaire, $\rho = 1$.

D'autre part, la vitesse V_f est celle que donne la formule Jacob de Marre, déduite des résultats d'un grand nombre de tirs effectués à Gâvres.

Cette formule est la suivante :

$$V_f^2 = 1.330^2 \frac{a^{1.5}}{p} \varepsilon^{1.4},$$

où V_f désigne la vitesse de perforation (en mètres); ε , l'épaisseur de la plaque (en décimètres); a , le diamètre maximum du projectile (en décimètres); p , le poids du projectile (en kilogrammes).

Lorsque la vitesse V du numérateur de (1) représente une vitesse autre que celle de la perforation stricte, la valeur du rapport se représente par la lettre R et sert à caractériser l'action d'un coup de canon déterminé contre une plaque donnée.

Lorsque l'incidence φ du tir augmente, l'épaisseur de la plaque attaquée restant la même, la valeur de la vitesse stricte de perforation V_φ correspondante augmente également. En France, on admet, d'après les résultats de tirs très anciens, que cette vitesse V_φ est reliée à la vitesse de perforation stricte V_p , correspondant à l'incidence normale, par la relation :

$$(2) \quad V_\varphi = \frac{V_p}{\cos \varphi},$$

dite loi du cosinus.

Si la loi du cosinus était exacte, on pourrait évidemment définir la valeur du ρ d'une plaque en partant d'une vitesse de perforation stricte obtenue dans un tir effectué sous une incidence quelconque; mais, comme l'exactitude de la relation (2) reste encore à prouver, au moins avec nos projectiles actuels, il sera toujours prudent d'évaluer la résistance d'une plaque en se donnant la valeur du coefficient ρ correspondant à un tir effectué sous l'incidence normale et avec des projectiles d'un calibre égal à l'épaisseur de la plaque, certains auteurs admettant une petite variation de ρ , corrélative à celle du rapport $\frac{a}{\varepsilon}$. En Angleterre et aux

Etats-Unis, la spécification des qualités de résistance d'une plaque se fait en partant d'un point de vue un peu différent, et la considération du coefficient ρ est remplacée par celle de la note de mérite, que l'on définit ainsi qu'il suit :

« La note de mérite (NM) d'une plaque contre un coup donné est le rapport entre l'épaisseur de fer forgé que le coup peut perforer strictement et l'épaisseur que la plaque doit avoir pour être perforée strictement par le coup. »

La considération du coefficient R est, de même, remplacée par celle du facteur de perforation, dont la définition est donnée ci-après :

¹ *Naval Annual*, by LORD BRASSEY, 1905, chapitre Armour.

« Le facteur de perforation (FP) d'un coup contre une plaque donnée est le rapport entre l'épaisseur de fer forgé que le coup peut strictement perforer et l'épaisseur de la plaque donnée. »

L'épaisseur de fer forgé que le coup peut perforer strictement est ici donnée par la formule de Tresidder, qui donne des résultats peu différents de celle établie par Jacob de Marre pour la perforation du fer :

$$V^2 = \frac{1.280^2}{p} \varepsilon^{1.5} \varepsilon_{0.65}.$$

En définitive, on compare, dans les deux cas, le métal considéré à un métal étalon : l'acier ordinaire en France, le fer en Angleterre. Mais, tandis qu'en France la comparaison porte sur les vitesses, en Angleterre on la fait porter sur les épaisseurs. Au point de vue théorique, les deux méthodes sont équivalentes, puisque de la valeur de ε on peut déduire celle de la note de mérite, et réciproquement, au prix, il est vrai, d'un calcul un peu compliqué. Toutefois, dans la pratique du polygone, il est plus avantageux d'employer les spécifications françaises, celles-ci se rapportant à la vitesse, qui est la seule variable sur laquelle on agisse directement dans un tir.

Ayant ainsi défini les caractéristiques dont l'emploi est usuel dans les questions de blindages, nous pouvons maintenant aborder l'étude détaillée de ceux-ci en nous restreignant aux catégories énumérées plus haut. On ne devra, toutefois, jamais perdre de vue que les valeurs de ε ou des notes de mérite n'ont, le plus souvent, qu'une importance toute relative, étroitement liée à la nature et à la qualité du projectile dont on se sert pour attaquer les plaques.

Une déformation du corps d'obus au choc contre la plaque se traduit, en effet, dans les résultats du tir, par une augmentation de ε par rapport à la valeur de ce même coefficient, obtenue dans les mêmes conditions de tir, mais avec des projectiles moins déformables.

Dans cet ordre d'idées, et étant donné que les plaques en acier spécial d'une épaisseur égale au calibre des projectiles qui les attaquent normalement déforment très peu ces derniers, on en conclut que les valeurs de ε correspondantes représentent bien, dans ce cas, la résistance absolue de la plaque aux effets du tir. Il n'en est pas de même pour les plaques cimentées attaquées par les obus non coiffés, et nous verrons plus loin les conséquences de ce fait.

IV. — ACIER SPÉCIAL.

§ 1. — Composition et constantes mécaniques.

La connaissance des résultats obtenus par l'addition de nickel à l'acier ordinaire donna l'idée de

corriger le défaut de fragilité des blindages en acier en substituant, à ce dernier métal, un acier à faible teneur en nickel. L'usine du Creusot entra la première dans cette voie, que consacrèrent les résultats des tirs effectués en 1890 à Annapolis et à Gâvres. Toutefois, si l'acier au nickel était moins fragile que l'acier ordinaire, il n'était pas plus résistant; l'usine de Saint-Chamond obtint la première ce dernier résultat par l'addition de chrome. En fait, on appelle aujourd'hui *acier spécial* un acier non fragile dont la résistance a été augmentée par l'addition d'autres métaux, tels que le nickel, le chrome, etc. A première vue, cette définition semble s'appliquer à beaucoup de types d'aciers; mais, dans la réalité, elle s'applique à une nuance de métal dont les usines ne s'écartent guère et qui est caractérisée par la composition suivante :

C	= 0,30 %
Mn	= 0,35
Ni	= 2,50
Cr	= 0,60

Lorsqu'on fait varier la teneur en nickel, celle en Cr augmente également; les variations doivent toutefois être limitées, la teneur de 4 % de nickel constituant un maximum qui correspond à une teneur en chrome voisine de 1,8 %.

Les constantes mécaniques d'un tel métal, mesurées après trempe et recuit, sont en moyenne les suivantes :

Limite élastique	55 kgs par mm ² .
Charge de rupture	70 kgs —
Allongement correspondant	15 %.

§ 2. — Description sommaire de l'usage.

L'élaboration du métal se fait au four Martin à sole basique; on constitue le chargement de celui-ci avec des fontes très pures, du fer puddlé ou des rognons de plaques en acier spécial et divers ferros qu'on ajoute après que la décarburation a été poussée aussi loin que possible.

La coulée et le refroidissement des lingots ne présentent aucune particularité. Après refroidissement, on procède à leur décristallisation, qui s'effectue à l'aide de machines spéciales. Le chauffage des lingots en vue du laminage doit être effectué avec beaucoup de soins pour éviter la production des tapures: il est conduit de manière à élever la température de la plaque à 1200°, qui est celle à laquelle s'effectue le laminage. Cette dernière opération a lieu en une ou plusieurs chaudes, suivant la puissance de l'outillage; elle est suivie d'un gabariage de dégrossissage. On procède ensuite à la trempe, qui s'exécute à une température variable selon la nuance du métal à tremper; on peut cependant dire qu'elle est généralement comprise entre 850 et 900°. Le liquide de trempe est l'eau, sauf pour les aciers

riches en chrome, et par conséquent sujets à taper, avec lesquels on emploie la trempe à l'huile. La trempe est suivie d'un recuit à 600° ou 700°; l'opération terminée, la plaque est refroidie à l'air. La série des opérations en usine se termine par un gabariage de tinissage.

§ 3. — Résistance au tir.

Les plaques en acier spécial de bonne qualité ne sont pas plus fragiles que les anciens blindages en fer doux, mais elles sont beaucoup plus résistantes, et la valeur de ρ qui leur est afférente peut s'élever jusqu'à 1,25; en moyenne, elle est d'environ 1,13. Ces valeurs de ρ sont celles qu'on obtient avec des obus non coiffés; avec des obus coiffés, la valeur de ρ est, toutes choses égales d'ailleurs, plus élevée, la

grandeur du rapport $\frac{\rho \text{ obus coiffé}}{\rho \text{ obus non coiffé}}$ dépendant de la forme de la coiffe du projectile.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, les obus de rupture qui attaquent une plaque en acier spécial sous une incidence modérée sont en général retrouvés intacts, qu'ils aient perforé ou non. A l'inverse de ce qui se passe avec les plaques cimentées, la profondeur de l'empreinte de l'obus dans l'acier spécial est une fonction continue de la vitesse; mais, à de faibles vitesses, l'obus rebondit en deçà de la plaque.

§ 4. — Effets produits par le tir.

Les divers caractères de la pénétration de l'obus dans la plaque sont les suivants: autour de l'empreinte du projectile, on observe un gonflement du métal de la plaque (fig. 1), qui commence à être sensible à environ un calibre et demi du centre de l'impact et dont la hauteur va en croissant avec le calibre et la vitesse. Au bord même du trou, le métal se relève sous forme d'une crête circulaire de bavures présentant l'aspect de feuilles recourbées, séparées les unes des autres par des déchirures. Ces bavures, qui ne prennent, d'ailleurs, naissance qu'à partir de certaines valeurs de la vitesse, ont, en outre, tendance à ne pas se former ou à s'arracher dans les tirs obliques. Leur production constitue un phénomène d'ordre dynamique, car on n'en obtient jamais lorsqu'on essaie de perforer la plaque par l'enfoncement d'un projectile sous l'action d'une presse hydraulique puissante. Les efforts auxquels sont soumises les parties de la plaque avoisinant l'empreinte se traduisent, en outre, généralement par la chute de la pellicule d'oxyde qui recouvre la surface du blindage; cette région est assez souvent nettement délimitée et il est possible de mesurer exactement le diamètre du halo ainsi formé.

D'après M. Weaver, les résultats de tirs exécutés

en Amérique, antérieurement à 1892, aboutiraient à cette conclusion: Que le diamètre du halo est, pour l'acier ordinaire, égal à environ trois fois celui du projectile. D'après M. le colonel Vallier, il résulterait de tirs exécutés à Givres sur des plaques en acier du Creusot¹ que l'on aurait la relation:

$$D = 3,125 a \times 10^{0,006(\varepsilon - a)},$$

où D désigne le diamètre du halo; a , le calibre du projectile; ε , l'épaisseur de la plaque, ces diverses quantités étant exprimées en millimètres.

Le rapport D/a déduit de cette formule a des valeurs très voisines du chiffre 3 donné par Weaver. Pour l'acier spécial, D/a serait inférieur à 3 et sa valeur augmenterait légèrement avec la vitesse au choc et avec l'épaisseur.

§ 5. — Emplois de l'acier spécial.

Ainsi que nous le verrons tout à l'heure, l'acier spécial, attaqué par l'obus coiffé, présente des

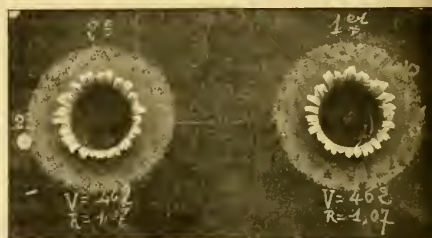


Fig. 1. — Aspect des effets produits par le tir sur une plaque en acier spécial.

qualités de résistance à peu près identiques à celles de l'acier cimenté; ce fait, joint à son absence de fragilité et à l'impossibilité d'obtenir des blindages cimentés d'une épaisseur inférieure à 100 millimètres, limite donc forcément l'emploi de ces derniers. On doit, en outre, remarquer qu'il est très difficile d'obtenir des plaques cimentées avec les cotes exactes des tracés, par suite des déformations occasionnées par la trempe et de l'impossibilité pratique de raboter des surfaces qui ne présentent pas des formes géométriques simples; dans la plupart des cas, il est donc nécessaire de racheter les inexactitudes de forme des plaques cimentées en les installant sur un matelas en bois dont on règle l'épaisseur à la demande de la plaque.

Pour ces diverses raisons, l'acier spécial est donc encore très employé, et ses usages découlent tout naturellement de l'exposé précédent; il constitue les blindages minces des œuvres mortes, c'est-à-dire ceux d'épaisseur inférieure à 400 mil-

¹ C. R. de l'Acad., 1895, 1^{er} septembre, p. 136.

limètres, les blindages de pont, où il s'est substitué à l'acier extra-doux, les surbaux et les pare-éclats.

§ 6. — Production et prix.

La production des blindages en acier spécial dépend étroitement des mises en chantier prévues par le budget de la Marine, surtout étant donné le faible tonnage de navires cuirassés étrangers construits dans les chantiers français. Il est donc aisé de calculer le tonnage des blindages de cette nature produits par les usines françaises, en partant de ce fait que le poids des plaques en acier spécial d'un navire cuirassé représente assez sensiblement le tiers du poids total des blindages de ce navire.

Cinq usines privées fabriquent les plaques en acier spécial : ce sont celles de Saint-Chamond (Société des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt), du Creusot (Schneider et C^{ie}), Rivede-Gier (MM. Marrel frères), de Montluçon (Société de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons) et de Saint-Etienne (Compagnie des Forges et Aciéries de Saint-Etienne). L'usine de Guérigny, appartenant à la Marine, vient, en outre, d'être outillée en vue de la fabrication de blindages.

Le prix moyen de l'acier spécial est d'environ 2.750 francs la tonne.

§ 7. — Conditions de recette.

La marine française reçoit tous les blindages en acier spécial à l'aide d'une épreuve de tir, exception faite concernant les lots peu importants, dont la recette est prononcée d'après les essais mécaniques. Comme les spécifications de ces derniers sont basées sur les résultats des lots reçus au tir, il s'ensuit que, directement ou indirectement, tous les blindages en acier spécial sont reçus à l'aide d'une épreuve de tir. Des primes ou des rabais sont prononcés suivant la qualité de la plaque. Le pair correspond à une valeur de ρ comprise entre 1,07 et 1,20 : la prime est allouée si l'on a $\rho > 1,20$ et le rabais prononcé si $\rho < 1,07$. Le lot est rebuté si le ρ est $< 1,02$. Des conditions relatives à la fragilité interviennent simultanément avec celles qui concernent la résistance de la plaque.

La proportion du nombre de primes accordées à celui des plaques essayées est relativement considérable.

V. — PLAQUES EN ACIER CEMENTÉ (PROCÉDÉS HARVEY ET DU CREUSOT).

§ 1. — Constitution et constantes mécaniques.

L'acier cimenté ne diffère en principe de l'acier spécial que par un durcissement de la face d'impact obtenu par cémentation. Dans le procédé Harvev, cette cémentation s'effectue à l'aide d'un ciment

solide au charbon de bois ; dans le procédé dit du Creusot, la cémentation s'opère à l'aide du gaz d'éclairage. Nous disons s'opère, car cette grande-usine, de même que presque toutes les autres, a renoncé à fabriquer de l'acier cimenté ordinaire et ne produit plus que de l'acier Krupp.

La nuance de l'acier cimenté ordinaire est donc en général identique à celle de l'acier spécial, dont nous avons donné plus haut la composition. Les diverses marines ne spécifient, d'ailleurs, aucunes conditions concernant les essais mécaniques de la partie non cimentée, qui constitue ce qu'on appelle le sommier de la plaque ; elles se bornent à exiger des qualités déterminées de résistance au tir. A cet égard, les caractéristiques de la plaque cimentée sont, ainsi que nous l'avons déjà vu, très différentes de celles de l'acier spécial.

Tirés contre des plaques de ce dernier métal, les obus coiffés peuvent se gonfler légèrement, mais ils se brisent rarement, et lorsque ce fait a lieu, la fragmentation s'opère suivant un très petit nombre de morceaux. Au contraire, les obus non coiffés se brisent presque toujours au choc contre les plaques cimentées et leur fragmentation produit un très grand nombre de morceaux. C'est dans cette différence d'action sur le projectile non coiffé que repose toute la supériorité de la plaque cimentée, et elle en est le trait caractéristique. Nous verrons tout à l'heure les conséquences de ce fait.

§ 2. — Description sommaire de l'usinage.

L'acier cimenté ayant la même composition que l'acier spécial, les opérations de coulée, de refroidissement des lingots et de laminage sont identiques pour les deux genres de blindages. La cémentation qui suit le laminage constitue une première différence essentielle. On sait déjà que cette opération a pour but de carburer énergiquement une des faces de la plaque, de manière à lui permettre de prendre une trempe énergétique et de former ainsi une couche d'une grande dureté, mais fragile et cassante. La carburation de l'acier spécial doit s'effectuer à une température voisine de 1.100° : il faut, de plus, que le carbone en contact avec la plaque contienne des matières azotées et soit dans un état de division convenable. On réalise ces dernières conditions en employant un mélange en proportions convenables de charbon de bois en poudre et de noir animal. Dans le procédé du Creusot, on carbure la plaque au moyen de gaz d'éclairage, qui agit à l'aide de ses hydrocarbures. Préalablement à la cémentation, les plaques sont soigneusement désoxydées sur la face à cémenter, de manière à éviter la combustion du carbone au contact de la plaque ; on obtient ce

résultat à l'aide d'un rabotage de la face à cémenter. L'opération terminée, les plaques sont placées deux par deux, l'une au-dessous de l'autre, dans un massif en maçonnerie pouvant être rendu étanche à l'air. Ce massif est lui-même placé dans un four et peut être chauffé de tous côtés. Entre les deux plaques, on dispose le ciment (procédé Harwey) ou l'on fait passer un courant de gaz d'éclairage (procédé du Creusot).

Le chauffage doit être minutieusement conduit, car une élévation trop brusque de la température désorganiserait le massif de maçonnerie. En général, on met environ treize jours pour arriver à 1.100°; cette température, une fois atteinte, est maintenue pendant douze jours, et le refroidissement dure de trois à quatre jours, soit une durée totale de vingt-huit à vingt-neuf jours. Le procédé du Creusot est notablement plus court et ne dure que quinze jours environ.

La cémentation est suivie d'un recuit à 900°; la plaque recuite est refroidie à l'air. On utilise souvent ce recuit pour procéder au gabariage de la plaque. La plaque gabariée est ensuite portée à 850° et trempée à l'eau dans une bûche où elle est soumise sur ses deux faces à l'action de courants d'eau énergiques. La trempe est suivie d'un gabariage de finissage, destiné à corriger les déformations de la plaque dues à la trempe.

Parmi les progrès récents effectués dans l'outillage mécanique relatif aux blindages, on doit mentionner l'usage d'un mode de coupage des plaques particulièrement original¹, reposant sur l'emploi d'un disque en acier doux animé d'une grande vitesse périphérique (plus de 100 mètres par seconde) et amené au contact de la plaque à couper dont on règle convenablement l'avancement.

Bien que ce procédé soit déjà, paraît-il, assez ancien (il daterait de 1823), il vient d'être remis récemment en honneur en Amérique et les résultats obtenus seraient des plus satisfaisants (en France, le Creusot l'emploie pour le sciage des poutrelles).

Le disque employé a environ 2^m,45 de diamètre et 20 millimètres de largeur; il est, comme nous l'avons dit, en acier doux et sa tranche est légèrement rugueuse. Avec une vitesse circonferentielle de l'ordre de celle indiquée plus haut, on coupe une plaque cimentée de 152 millimètres d'épaisseur, à raison de 5 centimètres par minute. La puissance mécanique absorbée par le fonctionnement de l'engin est d'à peu près 250 chevaux.

Son inconvénient consiste dans le bruit terrifiant produit par son fonctionnement et par la gerbe énorme d'étincelles qui l'accompagne. Dans

l'acier dur, les sections sont absolument nettes; il n'en est pas de même dans le coupage des matières molles. L'échauffement du disque serait insignifiant, en prenant la précaution de faire baigner dans l'eau froide la partie non agissante du disque. Une des particularités de l'opération consiste dans le fait de l'absence de tout contact apparent entre le disque et le métal à couper.

§ 3. — Résistance au tir.

Les plaques en acier cimenté ordinaire, de qualité moyenne, opposent, à l'attaque par obus non coiffés, une résistance caractérisée par une valeur de ρ voisine de 1,35; pour les plaques de très bonne qualité, la valeur de ce même coefficient peut atteindre et même dépasser 1,5. La perforation d'une telle plaque, dans ces conditions, exige par suite une dépense d'énergie égale à 2,25 fois celle qui serait nécessaire à la perforation d'une plaque en acier ordinaire de même épaisseur; une comparaison similaire avec une plaque en fer forgé ferait ressortir une dépense d'énergie égale à 3,25 fois celle qu'exige la perforation de celle-ci.

Dans l'attaque par obus coiffés, la coiffe seule est notablement désagrégée, et, comme le travail dépensé sur la plaque est sensiblement le même, toutes choses égales d'ailleurs comme dans le cas précédent, on obtient alors des valeurs de ρ généralement très inférieures à celles qui résultent de l'attaque de la même plaque par des obus non coiffés du même calibre. On peut se rendre compte de ces faits très simplement:

Appelons E la perte de force vive du projectile sur la plaque, dans le cas de la perforation stricte; la formule de Jacob de Marre montre que E est alors proportionnel à ρ^2 . Soient maintenant e_1 l'énergie absorbée par la plaque, e_2 et ϵ celles qui correspondent aux déformations du projectile et de sa coiffe. Avec les plaques en acier spécial attaquées par des obus non coiffés, la déformation du projectile étant négligeable, on aura: (1) $E = e_1$. Si le projectile est coiffé, l'attaque de la plaque produira, en outre, la désorganisation de la coiffe, et la relation précédente deviendra: (2) $E = e_1 + \epsilon$. Comme e_1 a la même valeur dans les deux cas, il s'ensuit que la valeur de E fournie par (2) sera supérieure à celle qu'on déduit de (1). La valeur de ρ correspondant à l'obus coiffé sera donc supérieure à celle de l'attaque par obus non coiffé.

Dans le cas d'une plaque cimentée, les relations correspondant aux deux genres de projectiles sont respectivement:

$$(3) \quad E = e_1 + e_2,$$

$$(4) \quad \text{et } E = e_1 + \epsilon.$$

ϵ étant visiblement $< e_2$, il s'ensuit que le ρ d'une

¹ Voir *Iron Age*, novembre 1902

plaque cimentée attaquée par des obus coiffés sera, en général, inférieur à la valeur prise par ce même coefficient dans l'attaque par obus non coiffés. Il pourra en différer assez peu si l'obus se brise.

Dans le cas de l'attaque d'une plaque cimentée par un obus non coiffé, il pourra se faire qu'une valeur élevée de E résulte surtout de la dureté extrême de la couche cimentée, celle-ci ayant pour effet de pulvériser le projectile et de donner, par suite, une valeur élevée au terme e_2 . Dans certaines

§ 4. — Effets produits par le tir.

Les plaques cimentées se comportent au tir d'une manière très différente de celle des plaques en acier spécial, car, au lieu d'observer le gonflement et les bavures dont nous avons signalé l'existence, la couche cimentée se détache du reste de la plaque, sous forme d'écailles dont l'épaisseur varie de 4 à 12 millimètres, et laisse ainsi apparaître le grain du métal. Le décollement de la

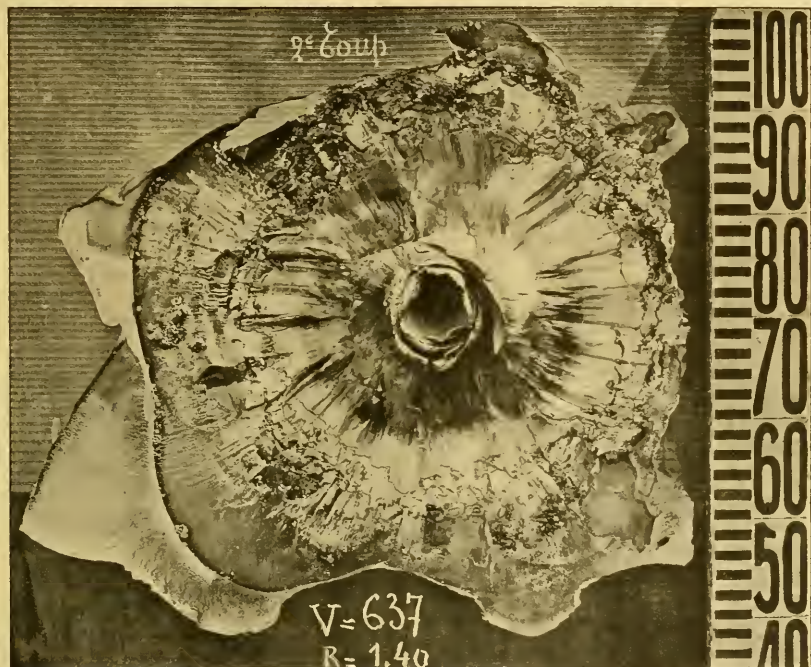


Fig. 2. — Effets produits par le choc d'un obus non coiffé sur une plaque cimentée. — L'ogive du projectile s'est incrustée dans la plaque et laisse voir le sommet de la chambre de l'obus.

circonstances, cette valeur pourra même être assez grande pour masquer la petitesse relative du terme e_1 .

Si, maintenant, on attaque une telle plaque avec des obus coiffés, le terme e_2 disparaissant, la valeur de E donnée par (4) pourra se trouver très inférieure à celle que donne (2) dans l'attaque d'une plaque en acier spécial de même épaisseur.

Ainsi une plaque cimentée d'une résistance très grande par rapport à l'obus non coiffé peut se montrer très peu résistante par rapport à l'obus coiffé. Des faits de ce genre ont déjà été observés plusieurs fois.

couche dure peut, d'ailleurs, se produire sans que celle-ci se détache. Les écailles se forment au début du choc et avant que le projectile soit brisé, car on retrouve souvent le lestage du projectile projeté sous les parties décollées, mais encore adhérentes. L'existence de fentes superficielles a pour effet de limiter l'écaillement suivant leurs bords. Un aspect caractéristique de l'impact consiste dans la production, sur les parties écaillées, d'une série de petites fissures rayonnantes (fig. 2), réunies par des réseaux de fissures circulaires, dont l'ensemble a l'apparence d'une toile d'araignée. Enfin, la particularité la plus importante de l'attaque des plaques

cémentées par les obus non coiffés réside dans le fait que, lorsque le projectile est animé d'une

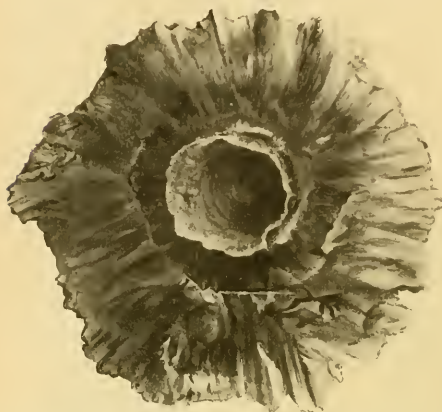


Fig. 3. — Effets produits par le choc sur plaque cimentée. Ogive d'un obus non coiffé. Vue montrant l'intérieur de la chambre.

vitesse voisine de celle de la perforation stricte, au lieu de produire dans la plaque un trou cylindrique,

Dans le cas où la vitesse au choc est notablement inférieure à celle de la perforation stricte, l'ogive du projectile reste incrustée dans la plaque, où elle s'épanouit sans que sa pointe se brise (fig. 2); ce



Fig. 4. — Effets produits par le choc sur plaque cimentée. Ogive d'un obus non coiffé. Vue d'ensemble de l'ogive déformée.

phénomène est d'autant plus curieux que le métal qui constitue cette dernière est extrêmement cassant. La coloration (bleue et jaune) des fragments de projectile retrouvés témoigne de la température très élevée déterminée par le choc. En

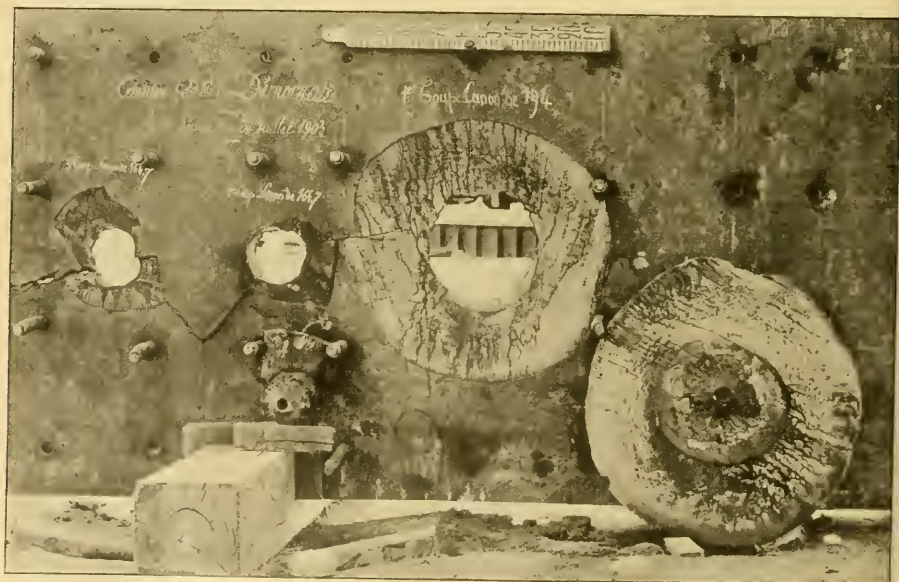


Fig. 5. — Formation de ménisques tronconiques à grande base dans l'attaque d'une plaque cimentée par obus non coiffé.

il entraîne avec lui un ménisque tronconique dont le diamètre de la grande base peut atteindre trois fois celui du projectile (fig. 5).

même temps que l'ogive s'épanouit dans la plaque, le culot du projectile tombant au pied de l'obstacle prend une forme évasée caractéristique (fig. 6 et 7).

Les phénomènes que nous venons de décrire ont trait à l'attaque par obus non coiffés; dans le cas de l'attaque par obus coiffés, la plaque perforée porte un trou presque cylindrique à parois non polies et légèrement évasé sur la face R. L'écaillage est également moins important que celui produit par les obus non coiffés.

On a beaucoup reproché à l'acier cimenté Harway sa fragilité, qui se manifestait surtout dans l'attaque par les obus non coiffés, et c'est en vue d'éviter ce défaut qu'ont été imaginés les procédés Krupp. Il semble pourtant qu'on puisse arriver à cet égard à des résultats très satisfaisants avec le procédé Harway, en modifiant la nuance du métal de la plaque, ou le traitement calorifique qui suit la cimentation. Nous n'en voulons pour preuve que les remarquables résultats obtenus dans cette voie

canon de 240 (obus non coiffés de 144 kilogs), a subi le tir de trois projectiles animés des vitesses respectives de 626 mètres ($R = 1,30$), 671 mètres ($R = 1,40$) et 672 mètres ($R = 1,40$), sans que l'on ait observé la production d'une seule fente, même superficielle (fig. 8). Ce résultat remarquable est, d'ailleurs, loin d'être exceptionnel.

§ 5. — Emploi de l'acier cimenté.

Les plaques d'acier cimenté sont surtout employées pour la constitution des blindages de ceinture et des parties fixes de tourelles des canons de gros calibres. L'acier cimenté constitue également les masques des canons dès que l'épaisseur de ceux-ci dépasse 100 millimètres.

§ 6. — Production et prix.

Cette production est, comme celle de l'acier spécial, sous la dépendance à peu près immédiate



Fig. 6. — Culot d'un obus non coiffé après le tir de celui-ci sur plaque cimentée.



Fig. 7. — Aspect caractéristique d'un obus non coiffé après le choc sur plaque cimentée.

par MM. Marrel frères, de Rive-de-Gier; c'est ainsi que, dans la séance du 15 janvier 1904, une plaque de 238 millimètres d'épaisseur, attaquée par le

des crédits inscrits au budget de la Marine pour les constructions neuves. En tenant compte des constructions effectuées pour les Gouvernements

étrangers, la production totale, depuis 1900, des blindages cimentés de toute nature (Harwey et Krupp) fabriqués en France est d'à peu près 33.000 tonnes.

Alors que cinq usines fabriquent les blindages en acier spécial, quatre seulement produisent les plaques cimentées, l'usine de Saint-Etienne ne fabriquant que des blindages en acier spécial. Le prix de l'acier harweyé est d'environ 3 francs le kilog.

§ 7. — Conditions de recette.

D'après ce que nous venons de voir, une des caractéristiques de l'attaque des plaques cimentées par les obus coiffés est de fournir pour le coefficient ρ des valeurs voisines de 1,30; on peut donc baser une méthode de recette sur ce fait.

D'autre part, si l'on tient compte de l'emploi, aujourd'hui général, des obus coiffés dans toutes les marines, on pourra également asséoir la recette sur le degré de résistance offert par les plaques cimentées au tir des obus coiffés.

La première méthode de recette est en usage en France et en Angleterre, la seconde est suivie par les Etats-Unis. Comme on peut toujours suivre de près les opérations effectuées en usine, notamment celles de la cimentation, et que ce qu'il importe en somme de connaître, c'est la résistance offerte par la plaque lorsqu'elle est placée dans les conditions du tir de combat, il semble que la deuxième méthode soit plus logique que la première.

Les tirs de recette des plaques sont toujours effectués sous l'incidence normale, car c'est celle qui est la plus désavantageuse pour la plaque.

En France, l'épreuve de recette consiste dans le tir de trois coups, dont le premier est tiré avec $R=1,30$. Suivant que la plaque est ou non tra-

versée, on tire les deux coups suivants avec $R=1,20$ ou $R=1,40$.

La prime est accordée lorsque la plaque n'est pas traversée avec $R=1,40$, le rabais lorsqu'elle ne l'est pas avec $R=1,20$; lorsque la traversée est obtenue avec cette dernière vitesse, la plaque est rebutée.

En Angleterre, la plaque doit fournir une note de mérite égale à 2.

VI. — ACIER CÉMENTÉ KRUPP.

L'acier Krupp a été étudié en vue de supprimer la fragilité inhérente à certaines variétés de plaques cimentées fabriquées d'après le procédé Harwey. Les procédés de fabrication qui le caractérisent ont fait l'objet de brevets achetés par la plupart des usines à blindages.

Sa composition diffère de celle de l'acier Harwey par une plus forte proportion de chrome et

de nickel. En moyenne, le pourcentage de ces éléments est le suivant :

$$C = 0,300 \%, \quad Cr = 1,8 \%, \quad Ni = 3,8 \%.$$

La cimentation, qui s'effectue comme dans le procédé Harwey, ne présente rien de particulier; elle est suivie non d'un recuit, mais d'une première trempe à l'huile (825°), suivie elle-même d'une deuxième trempe à l'eau (625°), qui joue le rôle de revenu.

Lorsque le travail de forgeage est terminé, la plaque subit une troisième trempe, qui est la caractéristique du procédé Krupp. Pour cette trempe, on doit, en effet, réaliser un chauffage inégal des deux faces, de manière à ce que la face cimentée, étant portée à une température plus élevée que la seconde



Fig. 8. — Aspect, après le tir, d'une plaque en acier spécial cimenté ordinaire de bonne qualité. (Usines de MM. Marrel frères.)

face, prenne seule la trempe. Dans ces conditions, le sommier conservera la structure fibreuse que les premiers traitements lui avaient donnée, et la face cimentée prendra la dureté nécessaire au rôle qu'elle doit jouer. Il résulte de cet exposé qu'il est indispensable : 1° De déterminer avec précision la température de transformation du métal de la plaque; 2° De régler la différence de température des deux faces de manière à ce que, la face cimentée étant à une température supérieure à celle du point de transformation, celle de la face *A* lui soit notablement inférieure. On conçoit que cette condition soit limitative de l'épaisseur des plaques pouvant être soumises à ce traitement.

Pour réaliser cette différence de température, on enferme la plaque dans un massif de matériaux réfractaires, reposant sur la face non cimentée et laissant, par conséquent, exposée à l'air la face cimentée. Le massif ainsi constitué est porté dans un four et chauffé rapidement jusqu'à ce que la température de la face cimentée atteigne la valeur voulue. Si le chauffage a été suffisamment rapide et l'épaisseur du massif réfractaire bien réglée, on pourra réaliser des différences de température de 200° entre les deux faces. La dernière trempe se fait par aspersion.

Les plaques Krupp de bonne qualité se caractérisent au tir par une absence de fragilité remarquable. L'écaillage produit (voir fig. 9) est, en général, plus profond que dans le cas de l'acier cimenté ordinaire; ceci ne présente, d'ailleurs, qu'un léger inconvénient, étant donnée la faible probabilité de la superposition de deux coups sur le même impact.

VII. — ACIER CÉMENTÉ CHARPY.

Le procédé Krupp n'est pas applicable à des plaques d'une épaisseur inférieure à 150 milli-

mètres; il est, de plus, d'une exécution très délicate. Le procédé imaginé par M. Charpy, l'éminent directeur des Usines Saint-Jacques, évite ces deux inconvénients, tout en donnant des plaques d'une qualité égale à celles qu'on obtient par le procédé Krupp. L'idée théorique sur laquelle il repose (brevet français, n° 310.225) est la suivante :

On a cherché à obtenir un acier d'une nuance telle que l'addition de carbone due à la cimentation abaisse beaucoup la position de ses points critiques ou de transformation dans l'échelle des températures.

Avec la plupart des aciers, cet abaissement est, en effet, trop faible pour qu'on puisse le mettre à profit dans l'industrie.

Supposons un tel métal réalisé, et chauffons-le à une température uniforme t , intermédiaire entre celle des points critiques des deux faces; celle du point critique de la face cimentée étant la plus basse, il en résulte que, si l'on trempe la plaque à cette température t , la face cé-

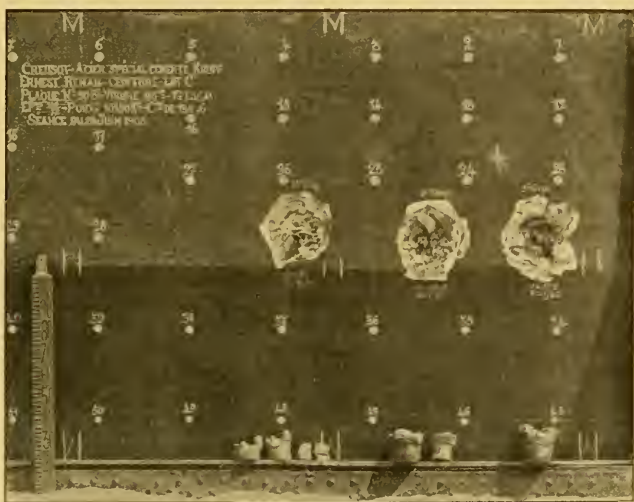


Fig. 9. — Aspect, après le tir, d'une plaque en acier cimenté Krupp, fabriquée par les Usines du Creusot.

mentée prendra seule la trempe.

La composition du métal Charpy répondant à ce desideratum est notablement différente de celle de l'acier Krupp: sa composition exacte est tenue secrète.

Ce métal jouit, en outre, de la propriété remarquable que le chauffage précédant la trempe (800° environ) donne au sommier la structure fibreuse obtenue par les deux premières trempes du procédé Krupp.

Pour obtenir avec ce procédé des plaques minces, on cimente des ébauches de laminage, qu'on lamine ensuite à l'épaisseur voulue; l'épaisseur de la couche cimentée reste donc proportionnelle à l'épaisseur de la plaque; une telle opération ne serait, d'ailleurs, pas possible avec l'acier cimenté ordinaire, en raison de la fragilité du sommier.

Les essais exécutés avec les plaques minces Charpy ont donné des résultats très satisfaisants, ainsi qu'en témoignent les tableaux ci-après :

TABLEAU I. — *Essais exécutés à Montluçon le 15 août 1903 (fig. 10 et 11).*

ÉPAISSEUR de la plaque	PROJECTILE		VITESSES au choc	VALEURS de R	RÉSULTATS
	calibre	poids			
50mm	65mm	4 kil.	476,4	1,392	La plaque n'a pas été perforée et ne présente aucune fente. L'écaillage ne se produit que pour les valeurs de R < 1,5. Ce fait est une caractéristique des plaques Charpy.
			522,3	1,532	
			470,3	1,377	
			408,2	1,371	
			525,5	1,539	
			529,6	1,556	
			522,6	1,539	
			524,4	1,536	
			518,5	1,606	
			585,5	1,715	

TABLEAU II. — *Essais exécutés à Eskmeals (Polygone de Vickers et C^{ie}).*

ÉPAISSEUR de la plaque	PROJECTILE		VALEURS de R	RÉSULTATS
	calibre	poids		
100mm	12cm	20k45	1,35	Plaque non perforée.
			1,44	
			1,54	
			1,62	
50mm	57mm	2k73	1,28	La surface de la plaque est intacte.
			1,38	
			1,43	
			1,63	
50	12cm	20k45	1,19	Non perforée.
			1,32	
			1,10	
			1,44	
30mm	57mm	2k73	1,75	Perforée.
			1,86	

Les résultats sont donc d'autant meilleurs que la plaque est plus mince. Avec les plaques épaisses, les résultats sont équivalents à ceux donnés par les bonnes plaques Krupp.

VIII. — BOULIERS D'INFANTERIE.

A la question des blindages se rattache naturellement celle des boucliers pareballes, qui ont, pour la première fois, fait leur apparition dans l'armée de terre avec le canon de 75, modèle 1897, de l'artillerie française. On sait quelle transformation profonde de la tactique a été occasionnée par la mise en service de ce matériel remarquable : car, aussi bien au point de vue défensif qu'au point de vue offensif, le canon français marque une ère

nouvelle de l'armement, aussi caractérisée que celle datant de l'apparition des canons rayés.

En fait, grâce au bouclier de la pièce et à l'organisation judicieuse du caisson d'avant-train, les servants sont aujourd'hui à peu près complètement soustraits à l'action du feu d'une masse d'infanterie attaquant de front la batterie, même à courte distance.

Pour être moins caractérisée que celle de l'infanterie, l'impuissance d'une artillerie adverse n'en est pas moins certaine, car cette dernière ne peut guère espérer éteindre le feu d'une batterie de 75 que par l'action de coups percutants atteignant directement le matériel.

C'est de cette invulnérabilité presque complète du canon à bouclier qu'est née l'idée d'adjoindre à la batterie de 75 une section de canons automatiques, du calibre minimum compatible avec la visibilité du nuage de fumée produit par l'éclatement du projectile à son point de chute, et dont le but unique serait l'attaque des boucliers de l'artillerie de l'ennemi. Il semble que cette idée mérite d'autant plus d'être prise en considération qu'elle a été émise et défendue par le général Langlois, auquel la France est redevable des idées directrices qui ont présidé à l'établissement, par les services techniques, du matériel d'artillerie actuel.

Etant donné le bouleversement causé par l'emploi des boucliers de canon, il était logique qu'on examinât la possibilité de la mise en service de boucliers d'infanterie. On n'y a pas manqué, et cette question semble à l'heure actuelle pouvoir être solutionnée dans des conditions voisines de celles qui sont compatibles avec la mobilité qu'on doit exiger de l'infanterie. En admettant pour poids maximum d'une cuirasse environ 4 kilogs, on peut espérer arriver à établir un engin de ce genre couvrant la poitrine et le ventre du fantassin et capable d'arrêter à environ 150 mètres la balle des fusils modernes. Il ne suffit d'ailleurs pas d'arrêter la balle ; il faut encore arrêter la gerbe de ses éclats, qui, partant parallèlement à la cuirasse, est susceptible d'occasionner des blessures graves à la gorge et aux membres du combattant. Il est donc nécessaire de doubler la plaque de la cuirasse d'une matière légère assez molle pour ne pas déformer complètement la balle à son passage et en même temps assez épaisse et assez résistante pour arrêter ses éclats. Certains tissus paraissent remplir complètement cet office.

Une cuirasse établie sur ces données avait été proposée au Gouvernement russe et avait fait l'objet d'essais satisfaisants ; la cessation des hostilités en Extrême-Orient n'a pas permis d'expérimenter l'efficacité de ce dispositif, dont la réussite occasionnerait probablement une fois de plus une révolution

dans la tactique et l'armement de l'infanterie. L'acier employé pour la confection de ces cuirasses provenait surtout des Usines d'Imphy, et

des spécimens en ont été exposés à Liège dans le stand Caplain Berger, sous le nom d'acier NY.

Les constantes mécaniques de cet acier sont les suivantes :

Après recuit de forgeage :

R = 50 à 55 kil.
E = 40 à 45 kil.
A = 30 à 25 %.

Après trempe entre 750

et 800°, et sans revenu, les résultats obtenus sont :

R = 130 à 140 kil. ; E = 120 à 125 kil. ; A = 10 à 8 %.

Le travail du métal est donc extrêmement simple ; à noter qu'une de ses propriétés caractéristiques est

de ne présenter aucune fragilité perpendiculaire au plan de laminage.

Sous l'épaisseur de 4 millimètres, une plaque de ce métal arrête à 150 mètres, et sans production de fentes, la balle du fusil modèle 1886. Des résultats du même ordre sont même obtenus

sous des épaisseurs notablement inférieures. Cette question des boucliers d'infanterie semble également préoccuper l'opinion en Angleterre, où l'on envisage surtout (ce qui est d'ailleurs ra-

tionnel) l'emploi de ces engins dans la guerre de siège. En campagne, les boucliers d'infanterie seraient transportés sur des voitures marchant avec la réserve de munitions.

L'acier fabriqué dans ce but par MM. Cammell Laird and Co, qui en ont fait une spécialité de leur maison, satisfait aux conditions suivantes : à la distance de 20 yards 18^m20 et sous l'incidence normale, une tôle de 6 millimètres d'épaisseur ar-

rête la balle du fusil Mannlicher. Contre la balle du fusil Lee Metford ou Lee Entfield, un effet analogue est obtenu, dans les mêmes conditions de tir, avec une plaque de 4^{mm},8 d'épaisseur. Aux distances de 274, 457 et 640 mètres, l'arrêt de la même balle s'ob-

tient avec les épaisseurs respectives de 3^{mm}, 15, 2^{mm}, 54 et 1^{mm}, 6. Ces résultats sont, à notre avis, nettement inférieurs à ceux donnés par l'Usine d'Imphy.

En résumé, la question des boucliers d'infanterie commence seulement à être étudiée, et il ne serait pas surpren-

nant d'assister à son évolution rapide.

Dans un second article, nous traiterons de la question des projectiles de rupture. **XXX,**

Chef d'escadron d'Artillerie coloniale.



Fig. 10. — Aspect, après le tir, d'une plaque en acier cémenté Charpy. Face de tir.

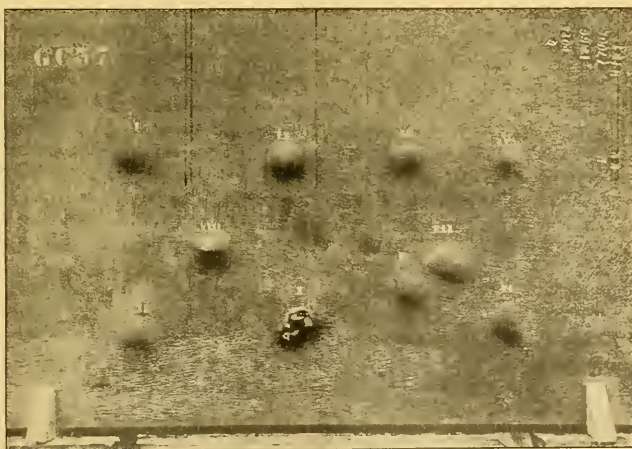


Fig. 11. — Aspect, après le tir, d'une plaque en acier cémenté Charpy. Face arrière.

LES RÉCENTS PROGRÈS DE LA SÉISMOLOGIE

Tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la Science reconnaissent qu'à l'heure actuelle la Séismologie attire l'attention beaucoup plus qu'il y a quelques années seulement. La vieille Séismologie ne consistait guère que dans des descriptions isolées des grandes convulsions qui modifient l'apparence de vastes espaces de terrains et qui sont fréquemment accompagnées d'épouvantables destructions. Pour la plupart, ces récits sont à peine supérieurs aux narrations qui, dans les temps anciens, excitaient l'imagination des communautés primitives et donnèrent naissance aux mythes qui ont laissé leurs traces dans la littérature, l'art et la religion.

Ce n'est que dans la période qui s'étend de 1840 à 1860 que, grâce au labeur zélé de plusieurs savants, parmi lesquels Perry et Mallet ont été les plus éminents, l'on arriva à une connaissance générale de la distribution des tremblements de terre dans l'espace et dans le temps. Mallet, dans son travail classique sur le tremblement de terre de Naples de 1859, exécuté sous les auspices de la Société Royale de Londres, montra que de l'étude des ruines d'une ville on peut tirer plusieurs faits d'importance scientifique.

Cette étude, avec celles de quelques autres séismologistes, donna la première indication que les phénomènes séismiques se prêtent à des recherches systématiques. Mais on fit peu de progrès jusqu'en 1880, époque où, en grande partie à cause du développement matériel du Japon sur le modèle des civilisations occidentales, la Séismologie commença à progresser rapidement et devint une branche distincte des sciences d'observation.

Cette année-là fut fondée la Société séismologique du Japon. Les vingt volumes qu'elle a déjà publiés fournissent des renseignements originaux sur la plupart des matières en rapport avec la Séismologie.

I

La première œuvre accomplie par les pionniers de la nouvelle science fut d'établir des instruments n'indiquant pas simplement que le sol a été plus ou moins violemment secoué, mais donnant des mesures, sous la forme d'amplitudes et de périodes, de toutes les phases des tremblements de terre ordinaires. Des séismomètres de types acceptés par tout le monde prirent la place des séismoscopes. Les faits remplacèrent les appréciations. Dans ce qui avait été supposé une succession de mouvements de va-et-vient violents, on découvrit éventuellement que deux d'entre eux n'ont pas néces-

sairement eu lieu dans le même azimuth, et que l'amplitude de ces mouvements, au lieu d'être mesurable en pouces ou parties de pouce, n'excède pas 1 ou 2 millimètres.

Par l'emploi des nouveaux instruments, on démontra que l'étendue et la rapidité du mouvement enregistré à une station donnée peuvent être très différentes des quantités correspondantes enregistrées à une autre station, distante seulement de quelques centaines de mètres. Les expériences faites dans toutes les contrées du monde sujettes aux séismes avaient montré, depuis longtemps, que les ruines sont fréquemment beaucoup plus grandes dans une partie d'une ville que dans une autre; mais le séismographe fournit actuellement la mesure de la différence d'intensité des mouvements qui les ont produites. Les ingénieurs et les constructeurs n'ont pas mis longtemps à reconnaître que la destructivité par tremblement de terre peut être exprimée en unités mécaniques, et ils en ont profité pour édifier des bâtiments résistant aux forces connues.

A l'Université impériale de Tokio, on a construit une plate-forme avec laquelle, au moyen d'une machine puissante, on peut reproduire le mouvement d'un tremblement de terre d'intensité variable. Sur cette table, on a essayé de grands modèles en maçonnerie, en bois ou en métal, construits pour résister à des accélérations séismiques données. Cette table a été pour les architectes au Japon ce qu'un bassin d'essais dans un dock est pour les constructeurs de grands navires. Le résultat de ces recherches a été de modifier et d'étendre les règles et les formules de la construction ordinaire, et actuellement, au Japon, lorsque l'occasion s'en présente, de nouveaux types de construction se font jour. Ils ont résisté à de violentes secousses, qui ont endommagé les types ordinaires situés à proximité. Il en est résulté une réduction des pertes de vies et de propriétés, et le Gouvernement japonais stimulé par les résultats de ces expériences, a été encouragé à étendre son aide aux recherches séismologiques.

En 1886, une chaire de Séismologie a été établie à l'Université impériale, et, depuis 1892, il existe un Comité de recherches séismologiques qui a déjà publié soixante-dix volumes in-4°.

L'Observatoire météorologique central de Tokio reçoit des enregistrements de 1.500 centres d'observation. De ces tableaux, on déduit qu'au Japon il se produit annuellement de 1.000 à 2.000 secousses différentes. Pour chacune d'elles, on peut détermi-

ner une origine approximative et l'étendue de l'aire troublée.

Le premier catalogue de tremblements de terre basé sur ces descriptions a été préparé avec le concours de la Société Royale de Londres. Il montre que le Japon peut être divisé en quinze districts séismiques distincts, au moins.

Ainsi les séismologistes sont pourvus de renseignements qui leur permettent des recherches autrefois impossibles. De cette compilation, on déduit que l'activité séismique, et par conséquent les changements géotectoniques, sont différents dans des districts différents et que les districts caractérisés par la plus grande fréquence séismique sont ceux qui présentent la preuve de mouvements séculaires récents de soulèvement ou de dépression. Si l'on prend le Japon dans son entier, le plus grand nombre d'origines de tremblements de terre se trouvent sur ou à la base de sa frontière sous-océanique orientale profonde, et, pour une moindre quantité, dans les synclinaux des vallées profondes. La plus grande fréquence pour les chocs ayant leur origine au-dessous de l'océan, nous apprend le Dr Omori, à lieu en été, tandis que, pour ceux qui ont leur origine sur terre, elle est en hiver.

Dans un district qui a souffert d'une perturbation extraordinairement accrue, le nombre des secousses secondaires paraît être proportionnel à l'intensité de l'impulsion initiale; la fréquence des mouvements est probablement reliée avec le tassement de la matière disloquée; et son rapport au temps peut être représenté par une formule ou par une courbe, d'où l'on peut estimer grossièrement : 1° le temps qui s'écoulera jusqu'à ce que le district atteigne un état stable; 2° le nombre approximatif de secousses qui auront lieu pendant le processus de tassement.

On peut déduire des observations étendues qu'on enregistre annuellement près de 30.000 secousses dans le monde. Le nombre correspondant des efforts mégaséismiques est d'environ 60. Ces chiffres peuvent être considérés comme l'indice de la vitalité séismique présente de notre planète.

II

Le développement le plus remarquable de la Séismologie moderne ne consiste pas toutefois dans le service séismique d'une ville ou même d'une contrée, mais dans celui du monde entier.

Cette branche de recherches est actuellement en progrès actif. Depuis l'époque du grand tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, on a reconnu que des perturbations de l'importance de cet événement, quoique non directement reconnaissables comme tremblements de terre dans des régions

éloignées de l'origine, ont néanmoins fourni la preuve de commotions en provoquant des oscillations de l'eau dans les lacs et les marais. En observant et datant les mouvements des bulles de niveaux sensibles, les astronomes ont enregistré des mouvements pulsatoires du sol non sensibles, qu'ils ont montrés être le résultat de perturbations séismiques dans des régions très éloignées. Au Japon, ces mouvements non sensibles ont été automatiquement enregistrés depuis 1884. On a reconnu qu'ils avaient leur origine à une grande distance, mais les centres d'où ils émanent n'ont pas été déterminés. Quelques années plus tard, en cherchant les effets d'une influence gravitationnelle de la Lune, M. E. von Rebeur-Paschwitz trouva sur ses enregistreurs des mouvements anormaux dont il attribua plusieurs à des centres séismiques définis, mais très éloignés. Antérieurement, il est vrai, on avait prévu qu'un grand tremblement de terre ayant lieu dans une partie quelconque du monde produirait des mouvements qui, avec des instruments convenables, seraient enregistrables dans une autre partie; mais ce n'est qu'après les indications de von Rebeur qu'une attention sérieuse a été dirigée sur ce sujet. Plusieurs instruments ont été construits pour enregistrer ces souffles insensibles de notre Terre; mais il y a encore beaucoup d'incertitude dans l'interprétation de tous leurs enregistrements.

A l'heure actuelle, l'Association britannique pour l'Avancement des Sciences profite de la coopération de 40 stations bien distribuées à la surface de la Terre, et qui sont toutes pourvues d'enregistreurs analogues. Au Japon, en Italie, en Autriche, en Allemagne, en Russie, aux États-Unis et dans d'autres contrées, les mouvements téléseismiques sont aussi observés, mais les types d'instruments employés ne sont pas identiques. A l'état expérimental présent des nouvelles recherches, cette diversité peut être avantageuse.

Les enregistrements obtenus dans ces différentes stations ont augmenté notre connaissance de la Terre principalement dans deux directions. Nous apprenons davantage sur les changements soudains qui ont lieu dans la croûte superficielle de notre globe, tandis qu'une nouvelle lumière est jetée sur la constitution de son intérieur.

Les tremblements de terre de grande importance, qui troublent des aires continentales et s'étendent fréquemment sur le monde entier, sont, dans la plupart des cas, sinon dans tous, accompagnés par des déplacements de grandes masses de matières à l'intérieur de la croûte terrestre. Quand l'origine des perturbations se trouve sous une surface terrestre, des estimations grossières de la grandeur de ces déplacements de masses ont été faites; elles sont basées sur des faits d'observations tels que la

longueur mesurable et le rejet d'une faille ou d'une série de failles, le degré de compression dans les vallées, les altérations des hauteurs relatives ou des longueurs des lignes des services trigonométriques. D'autres estimations de ces quantités peuvent être fondées sur la mesure du soulèvement ou de l'affaissement des lignes de côtes. Des renseignements sur la grandeur des changements sous-océaniques soudains sont fournis par les ingénieurs des câbles télégraphiques, qui ont cité plusieurs cas où des câbles sous-marins profonds, disposés en lignes parallèles, ont été simultanément rompus, et où les profondeurs primitivement fixées par des sondages ont augmenté considérablement sur des surfaces très étendues. Des tremblements de terre accompagnés d'ondes marines capables d'agiter un océan comme le Pacifique pendant vingt-quatre heures, suggèrent l'idée qu'au-dessous de l'Océan s'est produite une altération soudaine du profil du sol océanique.

Les observations montrent aussi que de grandes ondes terrestres se propagent de temps en temps sur toute la surface du globe. Ces commotions à grande portée conduisent à l'hypothèse que leur impulsion originelle doit s'être exercée sur une large région. Harboe a montré qu'à l'intérieur d'une aire méizoséismique des chocs d'intensité variable ont été ressentis en succession rapide en des points très éloignés. Un district paraît avoir déchi non seulement le long d'une ligne de grande faille, mais aussi le long de plusieurs failles secondaires. Oldham estime que le tremblement de terre de l'Assam de 1897 a été accompagné par le déplacement en masse de 10.000 milles carrés de terrain le long d'un plan de poussée. Si nous interprétons les observations de temps en relation avec cette perturbation à la lumière de l'hypothèse faite par Harboe, on trouve que la cause de cette tension séismique a son origine sur une aire de 500.000 milles carrés.

Quoi qu'un large bloc de la croûte terrestre puisse être ainsi fracturé, nos connaissances sur la profondeur à laquelle descendent les effets de cette fracture, sont surtout hypothétiques. D'après les observations déjà publiées et qui se continuent actuellement à Przibram, il semblerait qu'un séismogramme obtenu à une profondeur de 1.150 mètres ne diffère que faiblement de celui qu'on obtient à la surface. Cela est contraire aux observations sur les petits tremblements de terre, qui, quoiqu'ils puissent alarmer les habitants des villes et briser les cheminées, peuvent passer inaperçus dans les mines peu profondes. Le fait que les grandes ondulations terrestres ont une vitesse arcuelle pratiquement constante d'environ 3 kilomètres par seconde, que la trajectoire traverse des continents,

des fonds océaniques ou des districts dont la structure géologique varie beaucoup, suggère l'idée que la croûte terrestre est déplacée dans son entier et que, sous l'influence de sa propre élasticité et de la gravité, elle se comporte de la même façon qu'une lame de glace sur une houle océanique. On a supposé que le mouvement ondulatoire est dû à l'énergie retenue dans la croûte elle-même, dont l'hétérogénéité est superficielle. Quoi qu'il en soit, nous pouvons nous représenter une croûte fléchissant irrégulièrement, et peut-être à travers toute son épaisseur, jusqu'à ce qu'elle cède son énergie à un milieu qui transmet des mouvements ondulatoires avec une vitesse uniforme.

Plusieurs hypothèses ont été mises en avant qui suggèrent diverses épaisseurs pour l'enveloppe superficielle de notre globe. Nous pouvons y ajouter une autre qui résulte des récentes recherches séismologiques. Précédant les larges ondulations d'une perturbation téléseismique, on constate des tremblements préliminaires. Ceux-ci sont apparemment propagés à travers la masse du globe avec une vitesse moyenne d'environ 10 kilomètres par seconde le long de trajectoires qui sont probablement des cordes. Cette vitesse de transmission élevée et presque constante ne se vérifie, cependant, que pour des trajectoires qui représentent des arcs plus grands que 30°. Pour des cordes passant à une profondeur inférieure à 50 km., les vitesses enregistrées n'excèdent pas celles qu'on peut prévoir pour des ondes de compression dans une substance rocheuse. C'est toutefois la profondeur maximum à laquelle on puisse s'attendre à trouver des substances ayant des propriétés physiques similaires à celles qu'on voit à la surface de la Terre. Au-dessous de cette limite, les matériaux de la partie extérieure de notre planète paraissent se fondre dans un noyau très homogène à haute rigidité. Suivant de près la queue des tremblements préliminaires, mais précédant les grandes ondulations, on observe une seconde phase du mouvement dont la vitesse cordale, jusqu'à des distances de 120°, est approximativement de 6 kilomètres par seconde. Elle est considérée généralement comme l'affleurement d'ondes de distorsion. Quand elle sera mieux comprise, on peut supposer qu'elle jouera aussi son rôle en versant une lumière nouvelle sur la physique de la Terre.

Je vais maintenant considérer les régions dans lesquelles ces accélérations soudaines des changements géologiques se produisent. Elles peuvent être groupées comme suit : 1° régions qui se trouvent sur la frontière sous-océanique occidentale du

continent américain et sur la frontière orientale du continent asiatique; 2° régions qui se trouvent sur une bande passant des Indes occidentales à l'Himalaya, à travers la Méditerranée. En outre, il existe deux régions mineures, l'une suivant la frontière sous-océanique orientale du continent africain, que j'ai appelée région malgache, et une région antarctique qui se trouve au sud-ouest de la Nouvelle-Zélande. Le tableau suivant donne le nombre de grands tremblements de terre ou déplacements de masses qui ont été observés dans les subdivisions de ces régions depuis 1899.

Plusieurs des perturbations comprises dans ce tableau sont connues pour avoir été suivies de centaines et même de milliers de secousses secondaires.

tout, mais seulement dans les régions à contours analogues. Sommes-nous en présence de sillons ou d'arêtes primitifs qui modifient simplement leurs dimensions sous l'influence continue de la contraction séculaire, ou bien ces manifestations de tensions séismiques représentent-elles des ajustements iso-statiques provoqués par la dénudation et la sédimentation?

Ces activités et d'autres peuvent être considérées comme les causes primitives conduisant au déploiement d'activités séismiques prolongées. Leur fréquence, par contre, peut être dominée par des influences qui, à certaines saisons ou époques, causent une augmentation ou une diminution de la tension séismique.

TABLEAU I. — Répartition des grands tremblements de terre.

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	TOTAUX	OBSERVATIONS
<i>Régions de l'Océan Pacifique.</i>								
1. Archipel de l'Inde orientale	11	17	13	14	11	9	75	
2. Côte du Japon	19	5	5	9	7	14	59	
3. Côte de l'Alaska	14	11	1	1	3	0	30	
4. Amérique centrale	6	4	4	8	6	0	28	
5. Amérique du Sud occidentale	9	0	2	3	1	0	16	
<i>Régions de l'Atlantique occidental et Régions eurasiennes.</i>								
6. Région antillienne	6	7	3	6	3	0	25	
7. Açores	13	6	3	0	2	1	25	
8. Région alpine des Balkans, du Caucase, de l'Himalaya	4	2	8	22	22	1	62	
<i>Autres régions.</i>								
9. District malgache	9	4	4	1	3	0	21	
10. District antarctique	"	"	"	"	"	"	"	Entre mars 1902 et novembre 1903, on a enregistré 75 grandes et petites perturbations.
TOTAUX	91	56	43	61	58	29	341	

naires. Le district le plus actif est actuellement celui des Indes orientales, qui peut être considéré comme une prolongation à l'Est de la région himalayenne. La scène de cette activité est à la jonction de deux lignes de plissements rocheux qui se rencontrent presque à angles droits. On ne sait encore s'il faut séparer la région des Antilles et celle de l'Amérique centrale. Si l'on réunit leurs données comme appartenant à deux arêtes terrestres parallèles et relativement rapprochées, les mouvements de l'une influencent ceux de l'autre, on obtient une région d'activité hypogénique approchant de celle des mers japonaises. Généralement, ces régions d'instabilité se trouvent le long des bords des continents ou des plateaux qui s'élèvent soudainement à des hauteurs considérables au-dessus des plaines océaniques ou autres.

Actuellement, on peut donc dire que les perturbations mégaséismiques ne se produisent pas par-

Dans les variations étendues de position et de rapidité de flux des courants océaniques et dans les oscillations mesurées du niveau de la mer qui paraissent saisonnelles dans leur retour, nous voyons des influences qui peuvent donner lieu à une fréquence séismique dans les régions qui possèdent un haut degré de sensibilité séismique. D'autres causes affectant de grandes aires, et aussi peut-être la fréquence des petits chocs ou des secousses secondaires dans les différentes régions séismiques, ont été attribuées par Knott et d'autres aux charges dues à l'accumulation de la neige et aux fluctuations saisonnelles dans la direction des gradients barométriques. Il ne semble pas, toutefois, que les efforts dus à de telles influences aient une action marquée sur la fréquence de ces manifestations de tension séismique qui secouent le monde.

Les données que nous possédons sur cette ques-

tion sont encore trop minimales pour permettre une analyse satisfaisante. Il est néanmoins intéressant de noter la direction vers laquelle elles tendent. Dans les six années finissant en 1904, nous trouvons que 51 grands tremblements de terre sont partis de la côte occidentale de l'Amérique du Nord pendant les mois d'hiver (octobre à mai), et 35 pendant les mois d'été. De la côte orientale d'Asie au nord de l'équateur, les nombres analogues pour les mêmes saisons sont de 49 et 43. Ces nombres additionnés montrent que, pour le Pacifique Nord considéré dans son ensemble, 100 perturbations se produisent en hiver et 78 en été, tandis que, dans la région de l'Asie centrale ou himalayenne, les nombres correspondants sont de 25 et 27. Au-dessous d'un océan, par conséquent, on observe l'indication d'une cer-

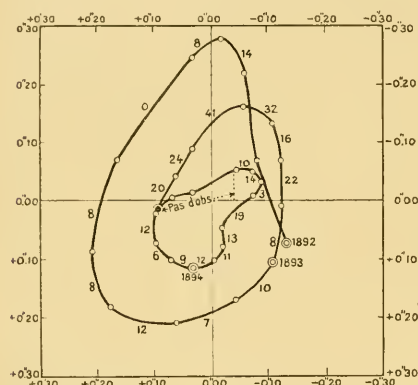


Fig. 1. — Trajectoire du pôle nord, de 1892 à 1894, suivant Th. Albrecht. — Chaque année est divisée en dixièmes de période de 36,5 jours. Les chiffres indiquent le nombre de grands tremblements de terre ayant eu lieu dans chacune de ces divisions, en commençant avec le 3^e dixième de 1892.

taine fréquence sismique saisonnière, tandis que sur une surface continentale rien n'indique jusqu'à présent une telle fréquence.

Si nous prenons une carte montrant la position variable du pôle nord terrestre en relation avec sa position moyenne (fig. 1), on voit que le mouvement séculaire du pôle n'est jamais uniforme. Quoiqu'il puisse à certains moments suivre autour de sa position moyenne une trajectoire approximativement circulaire, à d'autres moments ont lieu des changements relativement prononcés de la direction du mouvement, qui peut même devenir rétrograde. Si l'on marque sur une carte de ce genre les positions dans le temps des très grands tremblements de terre, on trouve qu'ils se groupent autour des plis les plus accusés de la trajectoire polaire.

Dans une période d'environ treize années (1892-

1904), j'ai trouvé l'enregistrement d'au moins 750 tremblements de terre ayant affecté le globe, lesquels peuvent être répartis en trois périodes continues, ayant duré chacune 2/10 d'année ou soixante-treize jours. La première période se présente quand le mouvement du pôle suit une ligne approximativement droite ou une courbe de grand rayon; la seconde période, égale, quand il subit une déviation ou suit une trajectoire à court rayon; la troisième quand le mouvement est semblable à celui de la première période. Le nombre des tremblements de terre dans chacune de ces périodes prises dans l'ordre précédent est de 211, 307 et 232, c'est-à-dire que, pendant la période où le changement de direction du mouvement a été relativement rapide, la manifestation de la tension sismique a non seulement été marquée, mais elle a été localisée le long des jonctions des massifs et des plaines terrestres, là où nous pensons trouver que l'effet des perturbations est maximum. Il est difficile de dire que la fréquence que nous considérons est en relation directe avec le changement de direction du mouvement du pôle; mais il n'est pas invraisemblable que les deux effets proviennent de la même redistribution des matériaux superficiels par les courants océaniques et les causes météorologiques en général.

IV

Après avoir considéré quelques-uns des phénomènes les plus importants qui accompagnent la naissance d'un tremblement de terre à grande amplitude, nous pouvons maintenant étudier sa vie et sa disparition. Dans ou près d'une aïre épicentrale, il arrive occasionnellement que, avant la cessation des vibrations qui suivent le premier grand soulèvement du sol, on observe un second mouvement violent. Au Japon, cette répétition a reçu le nom de Yury Kaishi, ou secousse de retour. C'est peut-être simplement un second fléchissement dans la ligne troublée, mais sa ressemblance avec son précurseur suggère que c'est peut-être la résultante d'une réflexion prononcée. A la suite de l'impulsion initiale et de l'écho viennent des groupes d'ondulations séparés par de courts intervalles de temps, pendant lesquels le mouvement est à peine perceptible.

Quoique ces groupes, dans leur ensemble, deviennent de plus en plus faibles, ils croissent et diminuent en intensité. De temps en temps, il peut y avoir des répétitions de groupes qui ont une similitude frappante.

Un tremblement de terre à grande amplitude, là où son mouvement est prononcé, donne naissance à des mouvements qui peuvent s'étendre sur trois à quatre heures. Ils se terminent par une série de

pulsations durant chacune quelques minutes et séparées les unes des autres par des intervalles de repos approximativement égaux. Les efforts expirants d'un tremblement de terre présentent quelque chose de plus analogue à une réflexion musicale qu'au réarrangement irrégulier et intermittent des matériaux disjoints.

Si, au lieu d'étudier l'évolution d'un tremblement de terre tel qu'il est enregistré à une station donnée, nous comparons les séismogrammes qu'il a fournis à différentes distances de son origine, nous apprenons quelque chose de la manière dont son énergie est rayonnée et dissipée. Un tremblement de terre qui, au voisinage de son origine, a une durée de soixante minutes, peut apparaître à ses antipodes quarante-vingt-dix à cent minutes plus tard comme un faible mouvement avec une durée de quatre à cinq minutes seulement. Du temps que ce mouvement a pris pour traverser la moitié de la circonférence du globe, on peut déduire que la phase survivante d'un tel tremblement de terre est celle des grandes ondulations. Les précurseurs de compression et de distorsion avec les successeurs rythmiques ne sont plus visibles sur les séismogrammes.

Un autre trait curieux qui se relie à l'histoire de ces survivants antipodaux, c'est qu'ils peuvent passer la région quadrantale sans être enregistrés. Ce qui a lieu peut être comparé au passage d'une onde vers le bas d'un estuaire qui s'élargit rapidement et à sa remontée dans un second estuaire semblable. A mi-chemin sur son trajet, l'onde peut n'être pas perceptible; mais, lorsqu'elle converge vers la dernière partie de sa course, elle peut de nouveau indiquer son existence sous une forme modifiée. D'autres recherches intéressantes, faites récemment sur une certaine classe de tremblements de terre, se rapportent à la forme particulière des aires qu'ils ont troublées. Celles-ci sont des ellipses ou des bandes étroites qui partent d'une origine pour aller très loin autour du globe dans une direction particulière. On suppose que, pour cette classe de perturbations, l'impulsion primaire se dirige suivant la ligne de propagation la plus lointaine.

La radiation d'un grand tremblement de terre se manifeste souvent par des tremblements de terre secondaires faibles et locaux, qui ont lieu au moment où le mouvement téléseismique atteint la région où ils se font sentir. Un grand tremblement de terre dans une région, non seulement peut donc être considéré comme le parent de plusieurs secousses secondaires dans son propre district, mais se trouve en relations avec des contre-coups dans des lieux très éloignés. Aucune relation de ce genre n'a été découverte jusqu'à présent entre les réajustements plus prononcés de la croûte terrestre.

Dans le tableau précédent, on voit que, depuis

1899, dans la région de l'Alaska, la fréquence séismique a visiblement diminué, tandis que dans la région himalayenne elle a augmenté. Toutefois, vu le peu de renseignements utilisables, il est prématuré de tirer des déductions sur l'alternance possible de la fréquence séismique dans de telles localités. Mais, si, au lieu de confiner notre attention à une relation entre les tremblements de terre, nous considérons la question de la manifestation de la tension volcanique, on trouve de nombreux exemples qui indiquent une relation étroite entre ces activités. Ainsi, toutes les éruptions volcaniques connues qui ont eu lieu aux Antilles, et dont la première remonte à 1692, ont été précédées ou accompagnées de près par de grands tremblements de terre dans cette région, mais plus fréquemment par des perturbations analogues dans les plissements rocheux voisins, particulièrement ceux de la Cordillère. Ce fut notamment le cas en 1902 : le 19 avril de cette année, un tremblement de terre exceptionnellement prononcé dévasta les villes du Guatemala. De petites secousses locales furent senties aux Indes occidentales, et le 25 avril on remarqua que de la vapeur s'échappait du cratère de la montagne Pelée à la Martinique. Ces activités augmentèrent jusqu'au 8 mai, où elles se terminèrent par des explosions terrifiantes, des perturbations sous-marines, et la dévastation de vastes portions des îles de la Martinique et de Saint-Vincent.

La dernière illustration de relations hypogéniques entre ces régions a eu lieu le 31 janvier de cette année. A cette date, un fort tremblement de terre partit de l'embouchure de la rivière Esmeralda en Colombie, des raz de marée inondèrent la côte, des îles s'enfoncèrent, et un volcan entra en éruption. Les journaux du 2 février annoncèrent que les câbles entre la Jamaïque et Porto-Rico avaient été interrompus, et quelques jours plus tard on signala que de fortes secousses avaient été ressenties dans les îles des Indes occidentales, que six ou sept câbles sous-marins avaient été rompus et que le mont Pelé à la Martinique et la Soufrière à Saint-Vincent avaient repris leur activité.

V

Pour conclure, je désire attirer l'attention sur une classe de phénomènes dont le séismologiste ne peut se désintéresser. A certaines époques, les pendules horizontales peuvent être agitées d'une façon continue et irrégulière pendant des heures ou même des jours. Des mouvements analogues ont souvent été notés avec les balances et d'autres instruments. Ils sont généralement considérés comme des perturbations micro-séismiques. Mais, comme ils varient avec les conditions météorologiques et peu-

vent être différents dans des salles voisines, je suis enclin à penser qu'il serait plus exact de regarder ces visiteurs importuns, contre lesquels non seulement les sismologistes, mais aussi les astronomes ont à lutter, comme des tremblements de l'air.

Quand, par contre, ces mouvements irréguliers sont remplacés par des mouvements qui possèdent des périodes définies très différentes de celles de l'instrument enregistreur lui-même et ont en même temps une amplitude régulière, il semble possible de les rattacher à un mouvement pulsatoire actuel de la surface du sol. Outre les tremblements et les pulsations, les enregistrements des pellicules des sismographes montrent presque constamment un faible changement de niveau. Pendant des années, une pile peut subir une inclinaison dans une direction. À côté de ce mouvement général, les instruments révèlent l'existence d'ondulations qui indiquent une différence dans la direction du mouvement aux différentes saisons. Superposés à tout cela, on trouve encore des enregistrements de changements de niveau qui peuvent être associés avec des variations dans la différence des charges sur les deux côtés d'une station d'observation. Quand un pendule horizontal oscille vers l'air des plus grandes pressions atmosphériques, il indique apparemment un changement directement ou indirectement relié avec la charge barométrique.

La quantité d'eau dans les puits et celle qui s'écoule des drains et des sources varie avec les fluctuations de la pression atmosphérique. Quand cela a lieu, des opérations souterraines sont révélées qui peuvent être suffisantes pour donner naissance à des changements du niveau de la surface. Quand une escouade de 76 hommes s'approche jusqu'à 16 ou 20 mètres de l'Observatoire de l'Université d'Oxford, on trouve qu'un pendule horizontal à l'intérieur du bâtiment mesure une déviation dans la direction de la charge qui s'avance. L'observation qu'une surface s'enfonce dans la direction d'une charge qu'elle porte peut être modifiée d'une façon inattendue. On a constaté que le plancher en ciment armé d'une cave située sur la plage à Ryde, s'incline vers la terre, lorsque la marée monte dans le Solent, tandis que la direction anticipée du changement de niveau était dans le sens contraire. Dans ce cas, l'eau qui s'élève masque selon toute probabilité son propre effet gravitationnel en faisant reculer le drainage sub-superficiel, avec ce résultat que l'avant plage est relevée vers le haut. Des changements très marqués de niveau ont lieu en certaines stations par temps humide. Dans l'île de Wight, à Sblide, qui est située sur le côté d'une vallée creusée à travers un anticlinal de calcaire, quand une forte pluie se produit, les niveaux et les pendules horizontaux indiquent une inclinaison

vers le lit de la vallée; un instrument du côté opposé de la vallée se comporte d'une façon correspondante.

En d'autres termes, si ces mouvements observés peuvent être considérés comme s'étendant au lit de la vallée, on peut dire qu'avec la pluie la pente de chacun de ses côtés augmente. Pendant le beau temps, la direction du mouvement est renversée. Un mouvement plus régulier se manifeste, en outre, par une inclinaison connue sous le nom d'onde diurne. En faisant la même hypothèse sur l'étendue du mouvement correspondant, on trouve, mais seulement durant le beau temps, que la direction du mouvement des flancs de cette vallée, pendant la nuit, est la même que celle que l'on observe pendant le mauvais temps; pendant le jour, elle est analogue à celle qui a lieu pendant le beau temps. On peut considérer la vallée comme s'ouvrant et se fermant. Des observations analogues ont été faites sur les deux flancs d'une vallée qui a été creusée à travers des alluvions, à Tokio.

Le mouvement diurne n'est accusé que dans les jours clairs et ensoleillés; durant les jours sombres, nuageux ou humides, il est faible ou non enregistreur. Dans une chambre située à 4 mètres au-dessous de la surface, excavée dans un sol tendre où les changements de température sont très faibles, j'ai trouvé que le mouvement diurne était presque aussi accentué qu'aux installations voisines sur la surface, où les variations de température étaient relativement prononcées. Je ne l'ai pas observé dans des excavations faites dans des rochers à des profondeurs de 16 à 32 mètres. A Bidston, toutefois, dans le nouveau grès rouge, à la profondeur de 6 mètres, on observe de temps en temps des changements de 0",1 à 0",2. Sur un terrain plat, la variation est toujours faible.

Une influence qui joue probablement un rôle important dans la production de ces mouvements consiste dans la charge et la décharge différentielles des aires voisines sous les influences solaires. En temps humide, par suite de la percolation sub-superficielle et du drainage latéral, les flancs et le fond d'une vallée où le niveau de l'eau s'élève portent une plus grande charge que les crêtes qui la bordent. Dans ces conditions, le fond de la vallée s'enfonce et ses flancs se ferment. Par beau temps, en vertu de l'évaporation et du drainage, un mouvement en direction opposée peut s'établir. Le mouvement diurne par beau temps, correspondant à l'ouverture de la vallée, peut trouver une explication partielle dans l'enlèvement de la charge par évaporation et, plus particulièrement, par transpiration des plantes. Ces activités sont plus prononcées pendant le jour que la nuit, et elles tendent à réduire la percolation sub-superficielle et

le drainage vers le fond de la vallée. Le mouvement nocturne rétrograde, relativement faible, peut être partiellement attribué à une augmentation de la charge de la vallée pendant la nuit, période où la transpiration et l'évaporation sont remplacées par la condensation superficielle et sub-superficielle. La transpiration et l'évaporation étant minima la nuit, on peut supposer que la percolation latérale et le drainage superficiel vers le fond de la vallée sont augmentés; c'est peut-être par suite de cette action que le volume de l'eau dans certains puits et que le courant dans certains conduits et drains a été trouvé plus grand pendant la nuit que pendant le jour.

Une autre activité qui peut produire une aug-

mentation nocturne du flux sub-superficiel de l'eau est l'expansion de l'air dans le sol par la chaleur lentement descendante du jour précédent, cette expansion forçant l'eau du sol à s'échapper par les voies les plus faciles.

L'explication que je propose de ces phénomènes peut laisser à désirer; mais les faits restent: tout autour de la face de la Terre, on peut observer des distorsions superficielles diurnes qui varient en grandeur et en direction. D'autre part, la chute de la pluie est accompagnée de changements mesurables dans l'inclinaison de certaines vallées. Ce sont là certainement des phénomènes qui méritent d'être étudiés¹.

J. Milne,

Membre de la Société Royale de Londres.

COMMENT SE POSE ACTUELLEMENT LA QUESTION DES TERRES RARES

Je dépasserais certainement les limites d'un article en exposant en détail l'histoire des terres rares. Je dois me borner à des généralités, sur un sujet qui traite cependant du cinquième du total des éléments chimiques actuellement connus.

Dans l'impossibilité de donner le relief nécessaire aux différents aspects de la question, j'insisterai davantage sur les parties que j'ai spécialement étudiées et qui me paraissent — peut-être pour cette raison — présenter le plus d'intérêt.

I. — LES SÉPARATIONS.

L'étude monographique de chacune des terres rares est peu avancée, et l'on sait très peu de chose des différentes terres yttriques. Par contre, l'étude chimique globale du groupe renferme des documents très nombreux, qui s'appliquent à la plupart de ces éléments, très voisins les uns des autres par leurs propriétés chimiques. L'on connaît très peu de réactions chimiques distinctives de ceux qui ont pu être isolés jusqu'ici dans un état suffisant de pureté, et il paraît illusoire de rechercher ces réactions dans les mélanges. Depuis l'époque à laquelle Mosander parvint à séparer à peu près le cérium, grâce à la stabilité de son peroxyde, par des méthodes qui rappellent celles de l'analyse usuelle, c'est-à-dire depuis plus d'un demi-siècle, l'on n'a guère pu que perfectionner la séparation de cet élément. Les autres terres se séparent les unes des autres par des fractionnements au prix d'efforts considérables. Un grand nombre d'auteurs ont tenté, en vain jusqu'ici, de séparer entre eux ces éléments par des méthodes plus rationnelles, et un chimiste aussi expérimenté

que l'était Marignac se vit contraint de recourir à la méthode des fractionnements.

L'on ne saurait, sans parti pris, tant que la période de défrichement des terres rares ne sera pas close, condamner cette méthode, à laquelle on doit uniquement tout ce que l'on sait de positif sur ces divers éléments.

Depuis le travail de Marignac, la technique des fractionnements s'est singulièrement perfectionnée, d'abord avec Auer von Welsbach, puis avec Demarcay, qui, le premier, a obtenu en abondance et avec d'excellents rendements des éléments tels que le samarium et le néodyme, aussi purs, sinon plus, que les éléments usuels qualifiés purs.

Quelque surprenant que cela puisse paraître, il m'a été impossible jusqu'ici d'obtenir la chaux dans un état de pureté (nécessaire à certaines recherches spectrales) comparable à celui de l'oxyde de samarium que nous avons préparé, M. Lacombe et moi.

Les réactions analytiques séparent généralement les éléments usuels dans un état très relatif de pureté, toujours très inférieur à celui qu'exigent la plupart des recherches spectrales.

Pour atteindre le but que je me proposais, j'ai dû me résoudre à fractionner un sel de chaux, et je me suis adressé au nitrate, considéré comme chimiquement pur. Alors que les réactifs chimiques n'y décelaient plus aucune impureté, ce sel retenait avec persistance du magnésium, du manganèse et du strontium, décelables au spectroscopie.

Or, le groupe des oxydes alcalino-terreux, dont le protoxyde de manganèse et la magnésie forment

¹ Adresse (*Bakerian Lecture*) présentée à la Société Royale de Londres.

le prolongement naturel, renferme, en somme, peu de termes. Leurs analogies sont cependant suffisantes pour ne permettre entre eux aucune séparation radicale. Le groupe des métaux alcalins : potassium, rubidium, cæsium, est exactement dans le même cas.

Que serait-ce si ces deux groupes, au lieu de renfermer trois ou quatre corps chacun, en renfermaient quinze ? Les séparations ne se feraient même pas par à peu près, puisque l'on ne connaît guère, pour les divers éléments de ces groupes, de réactions distinctives basées sur des différences de fonction, permettant des séparations rationnelles, et que l'on ne sait utiliser encore que des différences de solubilité.

Tel est le cas pour les terres rares. Il est, d'ailleurs, nécessaire de les obtenir dans un état de pureté au moins égal à celui des éléments usuels, si l'on veut faire œuvre utile, interpréter les faits connus et mettre un terme aux légendes dont elles ont été l'objet.

II. — COEXISTENCE DES DIVERSES TERRES RARES ET DES ÉLÉMENTS RADIO-ACTIFS DANS LES MINÉRAUX.

Ces terres forment un groupe compact et sont toujours associées dans la Nature. Aucun minéral ne contient l'une à l'exclusion des autres. Le thorium, l'urane et, d'une manière générale, les corps radio-actifs les accompagnent et ne se trouvent, d'ailleurs, que dans les minéraux qui renferment des terres rares.

Ces éléments se subdivisent en groupe cérique et en groupe yttrique. Les minéraux sont ou bien riches en terres cériques, comme la monazite et la cécrite, ou bien riches en terres yttriques, comme le xénotime et la gadolinite. Mais, dans chacun de ces deux groupes, la proportion relative des éléments paraît osciller entre des limites étroites. Dans le groupe cérique, le cérium est toujours le plus abondant ; c'est ensuite le lanthane, puis les constituants de l'ancien didyme, qui sont, en commençant par le plus rare : le samarium, le praséodyme et le néodyme. Le groupe yttrique renferme principalement de l'yttrium ; le gadolinium est ensuite le plus abondant, puis viennent l'ytterbium et l'erbium. L'ancien holmium ne s'y trouve qu'en petite quantité, et son constituant prépondérant est le dysprosium. Le terbium, l'euproprium et le thulium sont rarissimes.

Les proportions relatives des terres yttriques sont à ce point constantes que, d'après Nordenskjöld, leur mélange brut, extrait des minéraux les plus divers, accuse un poids atomique moyen de 108 environ, bien que l'échelle des poids atomiques varie de 89 pour l'yttrium à 173 pour l'ytterbium.

III. — ATOMICITÉ DES TERRES RARES.

L'atomicité des terres rares a fait l'objet de plusieurs discussions. Les anciens auteurs écrivaient leurs oxydes MO. Les caractères analytiques des terres rares les placent entre l'alumine et les alcalino-terreux. Ce sont des bases terreuses, irréductibles, ne précipitant pas par l'hydrogène sulfuré. Le sulfhydrate d'ammoniaque et les alcalis précipitent leurs hydroxydes insolubles ; leurs oxalates sont pratiquement insolubles.

La présence de petites quantités de terres rares avait été signalée dans plusieurs types de cristaux naturels qui sont chimiquement des sels de calcium : phosphates, fluorures et tungstates de types bien déterminés. Ces arguments justifiaient-ils la notation MO attribuée aux oxydes rares ?

Mendeleeff ne l'a pas pensé, sans doute, puisqu'il a proposé la notation M_2O_3 , — après une étude théorique de la composition de leurs sels, disent avec lui ses partisans, — uniquement pour les besoins de son système périodique, disent ses adversaires.

Peu importe. Ce qui est intéressant, c'est d'adopter la formule qui rend le mieux compte des faits. Depuis longtemps, les exigences de la Chimie et celles de la Physique se sont conciliées en ce qui concerne la molécule. Toutes les propriétés physiques des terres rares attestent leur trivalence. Au point de vue chimique, certaines analogies rapprochent, jusqu'à un certain point, les terres rares des alcalino-terreux ; mais que de faits plaident en faveur de leur trivalence, et parmi eux les analogies des terres rares avec le bismuth !

Ces analogies furent, dans les recherches que nous avons poursuivies, M. Lacombe et moi, pendant plusieurs années, un guide fécond qui nous a permis de préparer toute une classe de composés inconnus du bismuth et de les utiliser pour séparer quantitativement, bien que péniblement, l'ensemble des terres rares en ses deux groupes, cérique et yttrique, jusque-là mal délimités. Le premier groupe renferme le cérium, le lanthane, le praséodyme, le néodyme, le samarium ; le second renferme l'euproprium, le gadolinium, le terbium, le dysprosium, le holmium, l'yttrium, l'erbium, le thulium et l'ytterbium.

L'ordre où ces terres viennent d'être énumérées est celui qui exprime le mieux la place qu'elles occupent les unes par rapport aux autres. C'est l'ordre des propriétés les plus voisines. Quinze sels de bismuth sont identiques aux sels correspondants des terres rares ; il y en a probablement beaucoup d'autres. La Chimie présente peu d'exemples d'analogies aussi marquées. On peut objecter qu'un grand nombre de propriétés chimiques éloignent

le bismuth des terres rares. Ces différences tiennent à ce que le bismuth est très peu électro-positif, tandis que les terres rares, du moins celles de poids atomique faible, le sont énormément. C'est la même cause qui éloigne le zinc du magnésium, le plomb du baryum, le thallium du potassium, alors que les analogies de ces couples d'éléments ne sont pas contestables.

Les terres rares s'approchent des alcalino-terreux comme le plomb divalent se rapproche du bismuth trivalent.

MM. Wyrouboff et Verneuil soutiennent la thèse de la divalence des terres rares; mais, s'ils écrivent CeO le protoxyde de cérium, ils en triplent volontiers la molécule pour interpréter un grand nombre de propriétés chimiques et expriment ainsi, par un détour ingénieux, une trivalence qui s'impose.

Ainsi l'atome des chimistes pourrait bien s'identifier une fois de plus avec celui des physiiciens.

La plupart des terres rares ne présentent qu'un seul état d'oxydation : $\text{M}^{\text{III}}\text{O}^3$. Trois d'entre elles : le cérium, le praséodyme et le terbium, ont des oxydes supérieurs. De ces peroxydes, ceux du cérium seuls sont salifiables.

Les sels de l'oxyde cérique CeO^2 présentent d'étroites analogies avec les sels de l'oxyde thorique ThO^2 . Tels sont, en particulier, les nitrates doubles de la série magnésienne décrits par R. J. Meyer. L'analogie des sels de thorium et des sels uranux rapproche l'uranium des terres rares. M. Job a décrit un carbonate percérique dérivant de l'oxyde CeO^2 qui rappelle singulièrement les carbonates d'uranyle qui dérivent de l'oxyde UO^2 .

De toutes ces analogies, une conséquence remarquable peut être mise en évidence : les différents éléments radio actifs se rapprochent tous des terres rares. Le radium est un alcalino-terreux; le polonium est voisin du bismuth. Je viens de parler du thorium et de l'uranium, dont le radio-thorium de Ramsay et Hahn doit se rapprocher beaucoup. Enfin, l'actinium de Debierne est réellement une terre rare, qui, d'après quelques expériences que nous avons faites en commun, paraît se rapprocher davantage du néodyme et du samarium que des autres terres.

L'on comprend maintenant la raison de la coexistence des éléments radio-actifs et des terres rares dans les minéraux, et l'on entrevoit pourquoi les terres rares sont toujours associées dans des rapports sensiblement constants, si l'on admet, comme tous les faits de la radio-activité semblent l'établir, que les éléments radio-actifs sont des éléments en voie d'évolution. Ils accompagneraient alors les terres rares comme la cause accompagne l'effet.

IV. — CARACTÈRES ATOMIQUES.

Comme pour les métaux alcalins ou alcalino-terreux, les réactions les plus caractéristiques des diverses terres rares sont leurs réactions spectrales. Elles leur servent de définition. A ce point de vue, les terres cériques sont assez bien connues; mais les terres yttriques le sont encore très peu.

Un grand nombre d'entre elles ne sont encore définies que par quelques bandes d'absorption : tel est le cas du dysprosium, du holmium, du thulium vrai. D'autres, tels que l'yttrium, le gadolinium et l'ytterbium, éléments les plus abondants du groupe, dont les oxydes sont blancs et les sels incolores, ne présentent aucun spectre d'absorption visible, mais leurs spectres d'émission, très caractéristiques, sont bien déterminés.

§ 1. — Spectres de ligne.

Les spectres de ligne des terres yttriques sont excessivement riches en raies. Depuis les recherches déjà anciennes que fit Thalen avec les produits de Clève, la question a été reprise par M. Lecoq de Boisbaudran et par Demarcay, qui ont moins cherché à faire des mesures très précises qu'à distinguer la manière dont certaines raies se comportent dans les fractionnements.

M. Lecoq de Boisbaudran a porté ses recherches sur les spectres visibles. Il provoque l'étincelle à la surface des solutions au moyen d'une bobine d'induction à fil long et fin. En examinant des terres diverses renfermant principalement du samarium, il a observé de belles lignes bleues qui ne peuvent être attribuées à cet élément. Il les a considérées comme caractéristiques d'un élément inconnu qu'il a désigné par la notation Z_e .

En examinant les terres du groupe holmique, dont le spectre de lignes était totalement inconnu, il a observé de même plusieurs raies qu'il a attribuées à un élément Z_f .

Demarcay, dont les recherches sont plus récentes, a étudié les spectres ultra-violet, qu'il fixait par la photographie. Il provoquait l'étincelle au moyen d'une bobine d'induction à fil gros et court, qui donne des spectres tout différents de ceux de M. Lecoq de Boisbaudran. Il retrouva ainsi l'élément Z_e et le désigna d'abord par Σ , sans doute parce qu'il ne les supposait pas identiques. Il représenta ensuite cet élément par $\Sigma\text{-Z}_e$.

Après un travail admirable, qui dura environ cinq années et qui demeurera le modèle du genre, Demarcay parvint à isoler $\Sigma\text{-Z}_e$ dans un grand état de pureté et lui donna le nom d'euporium.

Dans les terres sombres qui suivent le gadolinium, il observa plusieurs lignes nouvelles, qu'il attribua à un élément Γ qui pouvait s'identifier

avec le terbium. Dans les terres du groupe holmique, il distingua de même un élément Δ , qui pouvait être identique à Z_7 .

Dans les fractions comprises entre le holmium et l'erbium, il distingua deux lignes qui lui paraissaient n'appartenir ni à l'un ni à l'autre de ces éléments, mais à une substance inconnue Ω . Enfin, entre l'erbine et l'ytterbine, il admit l'existence d'un élément θ , sans avoir indiqué pourquoi il considérait cet élément comme distinct du thulium.

MM. Exner et Blaschek ont étudié des spectres d'arc. Ils ont examiné des terres du groupe holmique de provenances diverses. Le nombre de raies qu'ils ont relevées avec une précision extrême se chiffre par milliers. D'après l'intensité relative de ces raies dans les divers échantillons qu'ils ont examinés, ils les classent en quatre groupes. L'un de ces groupes leur paraît caractériser le holmium, sans qu'il soit établi, d'ailleurs, que ces raies appartiennent réellement à l'élément absorbant auquel M. Lecoq de Boisbaudran a réservé ce nom; les trois autres groupes caractérisent des éléments X_4 , X_5 , X_6 . Je ne sais au juste jusqu'à quel point ce classement répond à des réalités. X_4 me paraît renfermer beaucoup de raies du terbium et X_5 beaucoup de raies du dysprosium, mais j'ai pu constater plusieurs erreurs d'interprétation dans ce classement et je l'estime assez arbitraire.

§ 2. — Spectres d'absorption.

L'absorption des terres yttriques a été l'objet d'un grand nombre de recherches; je ne rappellerai que les meilleures. D'après la façon dont les bandes se comportent dans les fractionnements, M. Lecoq de Boisbaudran a distingué, dans les terres comprises entre le gadolinium et l'yttrium, les éléments Z_2 , dysprosium et holmium vrai.

Quelques bandes visibles définissent seulement ces éléments. L'absorption ultra-violet de l'ancien holmium est encore mal connue. Le dernier travail paru sur l'absorption du holmium, travail d'ailleurs très consciencieux, où l'auteur, M. Forsling, s'est montré très réservé, contient plusieurs erreurs d'interprétation qui proviennent de la présence d'une notable proportion d'erbine dans les terres qu'il a examinées, terres préparées à Upsal, soit par Clève, soit par Langlet. L'erbium et le thulium sont encore assez mal définis par leurs principales bandes d'absorption. Des spectres d'étincelle leur ont été attribués, en effet; mais ils ont été établis par différence avec des produits très impurs, ce qui rend ces données assez incertaines.

§ 3. — Spectres de phosphorescence.

Les terres rares présentent un troisième genre de spectres : les spectres de phosphorescence. Ils

ont été découverts en 1886 par Sir W. Crookes, qui en poursuit encore actuellement l'étude. Il est difficile d'exposer en quelques mots l'ensemble des recherches de Sir W. Crookes, et de développer les théories qu'elles lui ont suggérées. Sir W. Crookes paraît attribuer encore les phosphorescences des terres rares aux masses principales.

Cette manière de voir a été vivement critiquée par Marignac et combattue expérimentalement par M. Lecoq de Boisbaudran. Mes propres expériences concordent entièrement avec celles de ce savant.

Je me bornerai donc à résumer les principes fondamentaux de cet admirable phénomène, peu familier à la plupart des chimistes.

Exposées dans le vide aux rayons cathodiques, certaines substances s'illuminent. Ce dégagement de lumière est la phosphorescence cathodique.

La lumière ultra-violet, les différentes radiations du tube à vide, ainsi que celles des corps radio-actifs, produisent des effets analogues, et nous avons observé dans plusieurs cas, M. Perrin et moi, que la lumière émise est indépendante de la nature de l'excitation physique.

Il suffit donc d'examiner ce qui passe pour les rayons cathodiques, celles de ces radiations qui donnent les effets les plus aisément observables.

Alors que les terres pures ne sont pas phosphorescentes, sous l'influence des rayons cathodiques, ou le sont très peu, des traces de certaines terres, de l'ordre 1/100.000, suffisent fréquemment pour communiquer à d'autres terres des phosphorescences sensibles.

Un très grand nombre d'auteurs sont d'accord sur ce point et, parmi eux, il faut citer en première ligne M. Lecoq de Boisbaudran, auquel on doit une étude fort étendue et extrêmement documentée sur ce sujet. Il en résulte que tout système phosphorescent est composé de deux parties. La moins abondante joue chimiquement le rôle d'excitateur, la plus abondante le rôle de diluant.

Une série de mélanges phosphorescents dans lesquels la proportion de l'excitateur varie de 0 % à 100 % présente toujours un optimum de phosphorescence.

Dans les mélanges solides que j'ai étudiés, l'optimum était en général obtenu pour des teneurs de la substance excitatrice comprises entre 1/100 et 1/1.000. Il dépend beaucoup du degré de calcination du mélange. L'optimum observé avec des terres calcinées à haute température correspond, en général, à de plus faibles teneurs de l'élément excitateur que l'optimum observé avec des terres calcinées à température plus basse.

La position de l'optimum paraît être indépendante de l'excitation électrique.

Quelle que soit la nature du diluant (oxydes, sul-

fates, chlorures, phosphates, etc.), le spectre de phosphorescence conserve sa physionomie générale. Les spectres de phosphorescence des terres rares se comportent, à ce point de vue, comme les spectres d'absorption des composés solides divers d'un même élément absorbant.

Ces spectres, qui diffèrent généralement assez peu les uns des autres, peuvent donc être considérés comme des propriétés atomiques de l'élément excitateur.

Les différences que l'on observe entre les spectres différents que donne le même élément excitateur dans des diluants divers peuvent être considérées comme des caractéristiques de ces derniers.

Lorsque le diluant ne change pas de nature chimique par des calcinations effectuées à des températures de plus en plus hautes, la position des bandes dans le spectre ne change pas; les bandes spectrales deviennent seulement de moins en moins diffuses à mesure que la calcination a été plus prolongée ou faite à température plus élevée.

Dans le cas où le diluant peut, soit se polymériser, soit changer d'état allotropique sous l'influence de la chaleur, le spectre observé avec des terres calcinées à basse température se modifie. La gadoline est dans ce cas et peut donner avec chaque élément excitateur deux spectres distincts de bandes étroites, suivant qu'elle a été calcinée vers 1.000° ou vers 1.600°. Je n'ai pas observé de continuité entre ces spectres.

La généralisation de cet ordre de phénomènes peut apporter à l'étude des polymères, en Chimie minérale, un précieux moyen d'investigation.

Le système phosphorescent peut être étudié sous une forme quelconque : oxyde, sulfate, etc... Pour le diluant, la phosphorescence est une propriété moléculaire.

Les éléments excitateurs de phosphorescence ont généralement des spectres d'absorption. Il n'y a, entre les spectres d'absorption des terres rares et leurs spectres de phosphorescence, aucune relation connue.

Les éléments diluants ne sont pas, en général, absorbants, du moins dans la partie du spectre où la phosphorescence se manifeste. J'ai constaté, en effet, que le gadolinium, qui fonctionne si aisément comme diluant pour les terres excitatrices à phosphorescences visibles, et qui ne présente dans la partie brillante du spectre aucune bande d'absorption, possède dans l'ultra-violet lointain un beau spectre d'absorption et peut jouer le rôle d'excitateur par rapport à la chaux. La phosphorescence due au gadolinium est ultra-violet et à peine moins réfrangible que son absorption.

D'après cela, rien ne s'oppose à ce que les fonctions d'excitateur et de diluant soient réciproques.

Cela dépend uniquement des proportions relatives des deux éléments. L'éclat de la phosphorescence n'est sensiblement proportionnel à la teneur en élément excitateur que tant que ce dernier est en très faible quantité dans le mélange.

Si l'on admettait que la phosphorescence est attribuable aux masses principales, ainsi que Sir W. Crookes semble encore l'admettre, *l'élément phosphorescent s'évanouirait en poursuivant les fractionnements*, ce qui n'est guère admissible.

V. — ÉLÉMENTS PHOSPHORESSENTS.

Ce que l'on observe avec la gadoline ou l'yttria, qui ne possèdent en propre aucune phosphorescence visible, est, à ce point de vue, tout à fait caractéristique.

L'oxyde de gadolinium n'émet qu'une phosphorescence ultra-violet; c'est un diluant admirable pour l'euporium, qui le précède dans les fractionnements, et pour le terbium, qui le suit. L'euporium et le terbium excitent de belles phosphorescences visibles lorsqu'ils sont suffisamment dilués dans divers milieux. La phosphorescence due à l'euporium est rouge; celle du terbium est tantôt verte, tantôt bleue. Aucune méthode ne séparant rigoureusement l'euporium ou le terbium du gadolinium, les oxydes provenant des fractionnements entrepris dans le but d'obtenir le gadolinium pur donnent en tête la phosphorescence rouge de l'euporium, en queue la phosphorescence verte du terbium. Les oxydes de cœur ne sont pas phosphorescents.

D'autre part, les oxydes purs d'euporium ou de terbium n'émettent également aucune lumière sensible dans le tube à vide. Ce sont donc uniquement les fractions intermédiaires, les mélanges, qui émettent les vives phosphorescences.

La théorie qui consisterait à admettre que les phosphorescences rouges et vertes ne sont dues ni à l'euporium ni au terbium, mais à des éléments phosphorescents particuliers intermédiaires, compris entre ces éléments et le gadolinium, n'est pas soutenable, car, en poursuivant les fractionnements de manière à diminuer la proportion des fractions intermédiaires, les poids des terres phosphorescentes se réduisent et tendent vers zéro. La théorie des méta-éléments de Sir W. Crookes n'est plus conforme aux faits. Dans cette manière de voir, le gadolinium, par exemple, serait composé d'atomes distincts donnant tous le même spectre d'étincelle, mais caractérisés par des phosphorescences variées. Le fractionnement serait capable d'échelonner ces méta-éléments.

Si l'euporium pur ou le terbium pur, qui ont des spectres d'étincelles caractéristiques et tout à fait différents de celui du gadolinium, n'étaient pas

capables de reproduire ces phénomènes par des mélanges synthétiques, alors que le gadolinium pur est impuissant à donner quoi que ce soit de semblable, la théorie des méta-éléments serait peut-être admissible à titre de théorie provisoire; mais les expériences suivantes démontrent que, dans les fractionnements de gadoline, cet oxyde agit simplement comme diluant, l'eupromium et le terbium comme excitateurs :

1° De l'eupromium ou du terbium rigoureusement exempts de gadolinium, mélangés ensuite à des proportions variables de gadoline, reproduisent les phosphorescences observées dans les fractionnements;

2° De l'eupromium ou du terbium rigoureusement exempts de gadolinium, mélangés à des proportions variables de chaux ou d'alumine pures, donnent des phosphorescences analogues, rouges avec l'eupromium, vertes ou bleues avec le terbium.

Ces expériences, parfaitement démonstratives, sont en parfait accord avec celles que fit M. Lecoq de Boisbaudran sur l'yttria, et qui furent l'objet d'une si longue polémique entre cet expérimentateur si clairvoyant et Sir W. Crookes, qui, à la suite d'une série de travaux d'une haute originalité sur l'émission cathodique, soutenait que l'yttria doit ses phosphorescences variées à toute une série de méta-éléments.

M. Lecoq de Boisbaudran, au cours de ses admirables recherches sur les terres, a découvert que les solutions aqueuses de certaines d'entre elles peuvent s'illuminer quand on fait jaillir l'étincelle électrique à leur surface. Il a attribué ces phosphorescences à des éléments Z_2 , Z_3 et Z_7 . Z_7 est identique à l'eupromium actuel. Z_3 s'observe le mieux avec les terres yttriques sombres et mal définies à cette époque, que l'on désignait du nom de terribines. Z_2 s'observe avec les terres claires du groupe holmique. A la suite de longs et pénibles fractionnements, qu'il sut effectuer avec une surprenante exiguité de matières premières, M. Lecoq de Boisbaudran montra que ces terres fluorescentes Z_2 et Z_3 , qui ne se distinguent pas des méta-éléments ou éléments phosphorescents de Sir W. Crookes, s'accumulaient de préférence dans des terres de poids atomiques très élevés, voisins et même supérieurs à 160, et ne pouvaient, en conséquence, être considérées comme des parties intégrantes de l'yttrium, dont le poids atomique est voisin de 89. Il parvint, en outre, ce qui n'a jamais été refait depuis, à obtenir de l'yttria ne possédant aucune phosphorescence attribuable à une terre rare quelconque. Par contre, cette yttria présentait une phosphorescence à spectre continu, que l'auteur a attribuée au bismuth.

Ce que j'ai observé dans mes fractionnements

confirme de tout point l'opinion de M. Lecoq de Boisbaudran sur l'absence de phosphorescence visible de l'yttria. J'ai établi que la phosphorescence Z_3 , identique à la phosphorescence G_3 de Sir W. Crookes, d'après la manière dont elle se comporte dans les fractionnements, ne pouvait être considérée comme caractéristique d'un élément distinct de celui qui, dans les terres yttriques, donne un peroxyde noir, élément dont l'existence, admise il y a soixante ans par Mosander, fut très discutée et mise hors de doute par les travaux de Delafontaine et de Marignac. Cet élément est le terbium, que j'ai pu isoler récemment dans un état de pureté qui n'avait pu encore être atteint.

Parmi les terres suivantes, j'ai pu isoler une substance présentant un assez grand nombre de caractères spectraux déjà connus, et dont les sels ont une faible coloration verte, ce qui, dans la série yttrique, était tout à fait inattendu. Cette terre, qu'on la suppose simple ou complexe, doit recevoir le nom de dysprosium, nom qui a été donné par M. Lecoq de Boisbaudran à l'un des constituants de l'ancien holmium considéré comme élément absorbant.

J'ai obtenu près de 50 grammes de cette substance, que j'ai pu préparer par des fractionnements divers, et j'ai réalisé, après quatre années de cristallisations journalières poursuivies dans ce but, une série de 15 fractions consécutives présentant un poids atomique constant ($D_y = 162,5$) et des caractères spectraux également constants. Les têtes de mon fractionnement sont souillées d'une trace de terbium; les queues présentent légèrement les deux bandes visibles rouges et vertes qui définissent encore uniquement l'élément absorbant holmium.

Cette terre, considérée comme excitateur de phosphorescence dans des diluants divers, se confond avec l'élément phosphorescent Z_2 de M. Lecoq de Boisbaudran. Les spectres de phosphorescence qu'elle provoque renferment la célèbre bande citron $\lambda = 574$, qui fut observée tout au début de ses recherches sur la phosphorescence par Sir W. Crookes dans le plâtre du bassin de Paris et que le savant anglais attribue encore à l'yttrium. Les terres qui viennent ensuite dans mes fractionnements sont riches en holmium; leurs solutions sont jaune orangé, mais elles contiennent déjà de l'yttrium, alors qu'elles ne renferment plus sensiblement de dysprosium. Aucune de ces terres : terbium, dysprosium, holmium, n'est phosphorescente dans le tube à vide, à moins qu'elle ne soit mélangée préalablement avec un diluant.

L'yttria à sels incolores que j'obtiens ensuite est phosphorescente et présente la bande citron.

Les terres qui suivent donnent des solutions

roses et renferment de l'erbium, que je n'ai pu séparer encore de l'yttrium par cristallisation des nombreux sels que j'ai essayés. Mais l'erbine est une base faible, tandis que l'yttria est une base forte. La pyrogénéation des nitrates ou les précipitations fractionnées par l'ammoniaque permettent de séparer assez facilement ces deux terres. L'yttria que j'ai obtenue ainsi, à oxyde parfaitement blanc et à poids atomique voisin de 89, ne présente aucune trace de la bande citron, mais une phosphorescence verte, due à une trace d'erbium, que je n'ai pu éliminer encore complètement par ces méthodes. Par contre, une trace de dysprosium fait apparaître la bande citron dans cet yttria.

En résumé, d'après ces observations, il n'est pas douteux que l'yttria pure ne possède aucune phosphorescence visible qui lui soit propre.

L'yttria, ainsi que les terres qui la précèdent et la suivent, n'est pas pratiquement phosphorescente à l'état de pureté.

J'ai reproduit par synthèse, à partir de mes terres les plus pures, les diverses phosphorescences que j'ai observées dans mes fractionnements, et ces mélanges, dont les constituants ont été pesés, me permettent d'évaluer, avec une précision suffisante pour les besoins de la pratique, les proportions des constituants contenus dans les mélanges indéterminés que donnent les fractionnements. Cette méthode d'analyse rappelle la colorimétrie.

VI. — EMPLOI DES SPECTRES DE PHOSPHORESCENCE COMME RÉACTIONS CARACTÉRISTIQUES D'ÉLÉMENTS.

On voit, d'après ce qui précède, la méthode qu'il convient de suivre, si l'on veut se servir de la phosphorescence comme guide dans les fractionnements. Il est nécessaire de rechercher constamment si cette propriété augmente ou diminue par addition d'un diluant.

Tant qu'elle diminue, c'est que la substance est relativement pauvre en élément excitateur; quand elle augmente, on peut être certain que la substance que l'on se propose de concentrer s'accumule dans les fractions où s'observe ce phénomène.

Cette méthode est également celle qu'il convient d'employer pour l'attribution des phosphorescences. Je l'ai appliquée au cas du gadolinium.

Il y a quelques années, Sir W. Crookes annonça la découverte d'un nouvel élément : le victorium. L'élément nouveau était une terre yttrique, moins basique que l'yttria, plus basique que la terbine. Son poids atomique était voisin de 118. Il était caractérisé par un magnifique spectre de phosphorescence ultra-violet.

Cette découverte fut contestée à Munich par

l'École du Professeur Muthmann. Mais, comme les chimistes bavares ont également nié l'existence de l'euporium, qui n'est pas douteuse, cette contestation n'était pas très convaincante.

Quelque temps après, j'ai confié à Sir W. Crookes quelques-unes des terres que j'avais préparées. Parmi celles-ci se trouvait de la gadoline, dont le savant spectroscopiste anglais étudia en détail le spectre de lignes avec les admirables appareils dont il dispose. En examinant cette terre ou son sulfate dans son tube à vide, il y observa un faible spectre de phosphorescence ultra-violet de victorium, et publia que ce victorium se trouvait dans ma gadoline comme une légère impureté.

Je fis subir alors de nombreux traitements à mes gadolines pour en séparer cette impureté; mais, après une longue série d'insuccès, j'en vins à me demander si le spectre de phosphorescence ultra-violet n'appartenait pas en propre au gadolinium. Si le victorium était une impureté légère, son spectre devait s'affaiblir en diluant la gadoline dans une terre telle que la chaux. Si le victorium était le gadolinium lui-même, le spectre ultra-violet devait augmenter d'éclat. C'est ce dernier phénomène que j'ai observé. J'en ai conclu que le victorium s'identifiait avec le gadolinium.

VII. — PHOSPHORESCENCES MULTIPLES.

Une dernière question se pose en ce qui concerne les spectres de phosphorescence. Peuvent-ils varier suivant la proportion du diluant?

Il est un cas où la réponse n'est pas douteuse : c'est celui où la substance excitatrice est un mélange de plusieurs éléments phosphorescents. En effet, pour une certaine teneur du diluant, l'optimum sera atteint seulement pour l'un des éléments excitateurs; pour une teneur plus considérable du diluant, l'optimum sera atteint pour le second, alors qu'il sera dépassé pour le premier.

Suivant que l'une ou l'autre des phosphorescences prédominera, l'un des deux spectres sera plus brillant que l'autre. Sir W. Crookes, qui a découvert le premier caractère attribuable à l'euporium en observant une bande rouge de phosphorescence dans les terres yttriques, l'a désigné par la notation S₂. Cette bande, visible parmi celles que donnait le samarium dans ses produits, disparaissait par addition d'une proportion suffisante de chaux et augmentait d'éclat par addition d'yttria.

Il lui donna pour cette raison le nom de bande anormale. On voit que cette anomalie peut être aisément interprétée.

Des variations spectrales de la phosphorescence, observées dans des fractionnements, ne sauraient donc être la preuve rigoureuse d'une séparation

des éléments phosphorescents, puisqu'une simple dilution exalte ou affaiblit certaines phosphorescences. Il sera donc nécessaire d'établir que ces variations ne peuvent être attribuées au phénomène de dilution.

Réciproquement, l'étude des variations de phosphorescence par dilution est une méthode de recherche des éléments phosphorescents; mais cette méthode ne peut donner à cet égard que des probabilités, tant qu'il ne sera pas établi en toute rigueur qu'un seul élément ne peut émettre dans un milieu donné qu'un seul spectre de phosphorescence, quelle que soit la dilution.

M. Lecoq de Boisbaudran m'a fait remarquer à cet égard que la dilution pouvait être assimilée à un changement de milieu. Ce savant a montré, dans un très grand nombre de cas, l'influence du changement de milieu sur la variation des phosphorescences d'un même élément excitateur.

S'il était établi que la dilution peut être assimilée en toute rigueur à un changement de milieu, la question serait tranchée, et la phosphorescence susceptible de varier par la dilution de l'excitateur devrait être considérée comme un guide suspect dans les fractionnements; c'est précisément là le point qu'il faut élucider par de nouvelles recherches.

L'europium, dilué dans des proportions croissantes soit de gadoline, soit de chaux, émet deux systèmes de phosphorescence et se comporte ainsi comme le ferait un mélange de plusieurs éléments.

Par contre, M. Lacombe me communique que le samarium pur ne donne rien de semblable quand on fait varier sa dilution dans la chaux et que sa phosphorescence présente constamment le même spectre. Mes propres recherches spectrales sur le terbium ont donné jusqu'ici le même résultat. Bien que la coloration de la phosphorescence varie du vert franc au bleu vert suivant que la terbine est en forte ou en faible proportion dans la chaux, l'intensité relative des bandes n'est pas très sensiblement modifiée.

VIII. — ÉLÉMENTS D'INTERPRÉTATION. ÉLÉMENTS CHIMIQUES.

L'on voit, d'après ce qui précède, combien les caractères des terres yttriques sont variés.

Tant que les définitions des divers éléments de ce groupe se rapporteront ainsi à des caractères différents, la question des terres yttriques demeurera obscure et confuse. Il m'a semblé qu'il était nécessaire, après avoir isolé les diverses terres connues dans un état de pureté qui, pour la plupart d'entre elles, n'avait pas encore été atteint, d'en étudier systématiquement les divers caractères, afin de

donner à ces éléments des définitions précises.

Ce problème présente des difficultés nombreuses; bien souvent, alors que les résultats obtenus semblent nets, des faits nouveaux apportent de nouvelles incertitudes, et j'ai dû poursuivre de longs et pénibles fractionnements de terres qui m'avaient semblé homogènes et bien définies.

L'attribution de caractères spectraux aussi différents que des spectres de lignes, d'absorption et de phosphorescence est, sans doute, le problème le plus complexe de la Spectro-chimie. L'on sait que ces spectres n'ont pas du tout la même sensibilité.

Quelque pures que soient les substances isolées, il arrive fréquemment que des traces des corps voisins provoquent de troublantes incertitudes. La richesse en bandes ou raies de ces divers spectres accroît la difficulté de leur étude; des raies appartenant à deux éléments voisins ont parfois des longueurs d'onde si rapprochées qu'elles paraissent se confondre et donnent l'impression d'un élément commun dans des terres distinctes.

Sans doute, pour les spectres de lignes, ces incertitudes peuvent être levées en faisant usage de spectroscopes très dispersifs; mais, lorsqu'il s'agit de spectres de bandes comme les spectres d'absorption ou de phosphorescence, l'incertitude subsiste et l'on ne peut passer outre que si l'étude des spectres de lignes entraîne définitivement la conviction. Il est donc nécessaire de déterminer quels spectres de lignes, d'absorption et de phosphorescence s'accompagnent avec une suffisante constance pour que l'on puisse les attribuer à la même substance. Là est la plus grosse difficulté.

Suivant la méthode d'observation spectrale préconisée, le groupe des terres rares est considéré tour à tour comme un groupe d'*éléments absorbants* (spectres d'absorption), d'*éléments phosphorescents* (spectres de phosphorescence), d'*éléments à spectre de lignes*.

L'identité, évidemment possible, de ces divers *éléments spectroscopiques* est difficile à établir, parce que l'enchevêtrement des spectres apporte parfois peu de probabilités ou ôte même souvent toute certitude.

Aussi, à côté des éléments dont l'individualité n'est pas douteuse et dont j'ai donné la liste plus haut, peut-on dresser une assez longue liste d'éléments dont l'existence est indiscutable, mais l'individualité problématique. Les auteurs ont généralement fait preuve de sagesse en se bornant à les désigner par des symboles provisoires.

Il existe, en outre, une foule d'autres éléments que j'appellerai *éléments d'interprétation*. L'existence de quelques-uns est probable, de quelques autres possible, du plus grand nombre très douteuse. On a beaucoup abusé de leur emploi, et le

discrédit, peut-être excessif, où ils sont tombés sans distinction a rejailli pour bien des savants sur l'ensemble des éléments très rares du groupe. La genèse de ces éléments d'interprétation, toujours très simple, résulte de l'étude comparée des spectres. Toute difficulté, coïncidence ou renforcement des bandes, est imputable à un élément inconnu.

Sans doute, il ne faut pas perdre de vue que la plupart des éléments dont l'existence est actuellement bien établie ont commencé par être des éléments d'interprétation. Les auteurs ne sauraient être blâmés de les avoir conçus, et une critique sévère n'est légitime que dans le cas où l'expérimentation est insuffisante ou défectueuse.

Ainsi, parallèlement aux éléments dont l'existence est certaine, se trouvent des éléments dont l'existence est probable et d'autres dont l'existence est seulement plausible et à des degrés très divers. Une étude complète de cette question m'entraînerait trop loin. Je me bornerai aux conclusions :

Parmi les terres rares, certains éléments ont été isolés. Les autres doivent être isolés. L'isolement est l'argument décisif. Mais l'isolement de terres spectroscopiquement pures est rarement possible : les méthodes manquent presque toujours de l'efficacité nécessaire pour l'élimination des dernières traces des éléments voisins.

De toutes les propriétés caractéristiques d'un élément, la plus importante pour le chimiste est le poids atomique. Tout élément a nécessairement un poids atomique constant. Il faut donc s'assurer de la constance d'un poids atomique et prolonger les fractionnements en conséquence.

Les terres comprises entre deux séries de termes de poids atomique constant doivent être réduites à un minimum. Si les fractions intermédiaires sont nombreuses, cela peut tenir à l'inefficacité de la méthode employée ou à la présence de quelque élément peu abondant. La nécessité de fractionner de nouveau ces terres intermédiaires s'impose.

Aux terres de poids atomiques constants correspondent des spectres constants. Mais un spectre de lignes du groupe des terres rares renferme toujours un nombre considérable de raies. A moins de disposer d'appareils puissants et d'y consacrer un temps considérable, il est impossible de faire une pareille étude. Le chimiste doit se borner à suivre les raies les plus caractéristiques.

Il ne saurait y avoir plus de spectres d'absorption ou de phosphorescence que de spectres d'étincelle, et chacun d'eux doit correspondre à un palier de poids atomique constant. Leur coexistence permet d'admettre, au moins provisoirement, qu'ils caractérisent un seul et même *élément chimique*, car il est toujours possible que deux éléments se superposent exactement.

L'étude des fractions intermédiaires a pour but de s'assurer qu'il n'y a pas, entre les divers caractères attribués, de symptôme de glissement, indice d'un commencement de séparation. Tout symptôme de ce genre est seulement une probabilité d'éléments nouveaux, car on ne compare plus entre eux des caractères de même genre, mais des spectres de nature différente.

Si l'on peut observer plus de spectres d'un même genre que l'ensemble des autres caractères n'accuse d'éléments, l'existence d'un élément nouveau devient presque une certitude.

Si aucun symptôme de glissement entre les caractères n'a été observé de part et d'autre d'un palier de poids atomique constant, il est nécessaire de s'assurer que la méthode n'a pas été insuffisante pour séparer les constituants toujours possibles de l'élément provisoirement défini.

Dans ce but, il faut fractionner la terre par des méthodes aussi différentes que possible de la première. Lorsque, après une pareille série d'expériences suffisamment prolongées, les divers caractères atomiques de la substance n'ont subi aucun glissement, cette substance est, au point de vue expérimental, un élément chimique. Aucune considération théorique ne saurait prévaloir contre une expérimentation aussi démonstrative.

Cela posé, le tableau suivant suffira pour rendre compte des progrès qui ont été réalisés récemment dans cette voie. En ce qui concerne les deux spectres de phosphorescence de l'euporium, de nouvelles recherches sont nécessaires et apportent une restriction aux données suivantes dans ce qu'elles pourraient avoir de trop affirmatif :

TABLEAU I. — Caractères de l'élément isolé.

P. A. URBAIN	ÉLÉMENT isolé	ÉLÉMENT à spectre de ligne	ÉLÉMENTS absorbants	ÉLÉMENTS phospho- rescents
152	Euporium.	$Z_2 \dots$	Euporium.	Z_2, S_2
157	Gadolinium.	Gadolinium.	Gadolinium.	Victorium.
159	Terbium.	$\left\{ \begin{matrix} r \\ X_1? \end{matrix} \right.$	$Z_2 \dots$	$\left\{ \begin{matrix} Z_2 \\ G_2 \\ G_3 \end{matrix} \right.$
162.5	Dysprosium.	$\left\{ \begin{matrix} Z_2, \Delta \\ X_2? \end{matrix} \right.$	Dysprosium.	$\left\{ \begin{matrix} Z_2 \\ G_2 \end{matrix} \right.$

Cet article ne donne sans doute qu'une idée approximative de la question des terres rares; je me suis efforcé surtout d'expliquer comment le problème se pose et comment j'estime qu'il doit être résolu ¹.

G. Urbain.

Dr ès sciences,
Professeur à l'École Alsacienne.

¹ Conférence faite au Laboratoire de M. Haller à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Verhandlungen des dritten internationalen Mathematiker Kongresses in Heidelberg vom 8 bis 13 August 1904, herausgegeben von dem Schriftführer des Kongresses A. Krazer. — 1 vol. in-8° de 733 pages. B. G. Teubner, éditeur. Leipzig.

La *Revue* a rendu compte, en son temps, du 3^e Congrès international des Mathématiciens, tenu à Heidelberg du 8 au 13 août 1904. Qu'il nous suffise donc de signaler très brièvement les Mémoires du Congrès publiés par les soins de M. le Professeur Krazer (Carlsruhe). Le volume débute par la chronique des séances et des réunions diverses auxquelles ont pris part 336 mathématiciens se répartissant sur 19 nationalités. En tête de la seconde partie figure le beau discours de M. Königsberger à la mémoire de Jacobi, dont le centenaire avait été fêté par le Congrès. Puis viennent les travaux, au nombre de quatre, présentés en séances générales, et dont voici les titres :

1. Le problème moderne de l'intégration des équations différentielles, par M. Painlevé (Paris) ;
2. Aperçu historique de la théorie mathématique de la toupie, par M. Greenhill (Londres) ;
3. La Géométrie moderne et ses liens avec l'Analyse, par M. Segre (Turin) ;
4. Les leçons de Riemann sur la série hypergéométrique, par M. Wirtinger (Vienne).

Les travaux communiqués dans les séances des six sections sont au nombre de 66 et embrassent près de 600 pages. Ils sont suivis d'un compte rendu de l'exposition de livres, de modèles et instruments et des conférences qui y ont été rattachées.

Rappelons que le prochain Congrès aura lieu à Rome au printemps de 1908.

Marchis (L.), Professeur-adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Thermodynamique. Introduction à l'étude des Machines thermiques. — 1. vol. in-8° de 253 pages et 20 fig. (Prix : 3 fr.) Gratiot et Rey, éditeurs. Grenoble, 1906.

La première partie de ce savant ouvrage, parue il y a un an, et dont nous avons déjà rendu compte dans la *Revue*, traitait des principes fondamentaux de la Thermodynamique ; les modifications réversibles ou irréversibles des systèmes en général avaient été étudiées d'une manière complète. Dans ce nouveau volume, l'auteur s'occupe plus particulièrement des transformations réversibles des gaz et des vapeurs, dont la connaissance est nécessaire pour établir la Théorie des machines thermiques ; le sous-titre du livre est donc justifié : c'est une introduction à l'étude des machines thermiques.

Les premières pages de l'ouvrage (page 1 à 89) sont consacrées aux gaz, la suite (page 89 à 235) aux vapeurs saturés ; la question si importante des vapeurs est traitée, on le voit, avec une grande ampleur, et pourtant il n'est pas fait mention des propriétés des vapeurs surchauffés, ni des lois de l'écoulement des vapeurs, dont les ingénieurs se sont tant occupés en ces dernières années. M. Marchis a, par contre, développé d'une manière très approfondie toutes les propriétés caractéristiques des vapeurs saturés, ainsi que toutes les transformations isothermiques, adiabatiques, isodynamiques, à volume constant et à titre constant, d'un mélange homogène de liquide et de vapeur saturée. Un paragraphe spécial est consacré à la courbe-zéro de Weyrauch, qui permet de distinguer les cas où une

transformation adiabatique produit une vaporisation de ceux où elle provoque une condensation ; cette étude est à signaler parce qu'elle est nouvelle pour la plupart des lecteurs français.

De nombreux et très utiles tableaux numériques rapprochent les données qu'il importe d'avoir sous la main, pour résoudre les problèmes que les ingénieurs rencontrent dans la pratique ; l'usage de ces données est indiqué, d'ailleurs, par des exemples choisis et variés qui complètent la théorie et la font mieux comprendre.

AIMÉ WITZ,

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

Périsse R., Ingénieur-agronome. — Le Chauffage des habitations par calorifères. — 1 vol. in-16 de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire*. Prix : 2 fr. 50. Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

Le calorifère fait partie intégrante de l'habitation moderne, dès qu'elle vise à être confortable. Le livre de M. R. Périsse en étudie les divers systèmes, laissant d'ailleurs de côté ceux qui sont appliqués aux édifices publics, hospices, théâtres, hôtels de ville, dans lesquels le service du chauffage se combine ordinairement avec celui de la ventilation.

Après avoir défini les conditions générales d'établissement d'un calorifère, les pertes de chaleur par les murs, le sol, le renouvellement de l'air auxquelles il doit suppléer grâce à l'apport d'un calorique toujours nouveau, l'auteur indique et compare les trois grandes classes des calorifères actuellement employés, qui se différencient par le véhicule de chaleur utilisé : air, eau, vapeur d'eau.

L'air se chauffe dans des appareils simples et peu coûteux, circule dans des conduits faciles à construire et à entretenir, et concourt à la ventilation. Il convient pour les grandes pièces : escaliers, halls, vestibules, beaucoup moins pour les chambres à coucher, car une émanation d'oxyde de carbone est à craindre, si le foyer est en mauvais état. Comme il est desséché par son contact avec le foyer (si, du moins, on n'a pas pris la peine de le rendre humide par un saturateur), il ne convient pas non plus aux serres et jardins d'hiver. Les frottements de l'air contre les conduits sont tels qu'il ne peut se transporter à plus de 12 à 15 mètres du foyer. Comme foyer et conduits sont encombrants, un calorifère à air chaud ne peut aisément s'installer que pendant la construction même de la maison.

L'eau est employée sous pression, à une température voisine de 100°, ou bien à une pression élevée. Dans le premier cas, il en faut beaucoup, circulant dans des conduites d'assez grand diamètre ; dans le second, quantité d'eau et diamètre des tuyaux sont bien plus faibles. Dans les deux cas, du reste, l'installation peut être faite dans une maison déjà construite. Cette installation n'est pas très délicate : ses organes peuvent être réparés par des ouvriers ordinaires. Les calorifères à eau sont hygiéniques et ont un rayon d'action étendu. Mais ils sont fort peu réglables.

La grande chaleur latente de vaporisation de l'eau (330 calories environ) fait qu'à égalité de température, la vapeur contient beaucoup plus de calorique que l'eau liquide, et qu'à très basse pression (80 à 150 grammes par centimètre carré) elle peut très suffisamment chauffer les plus grandes habitations privées. Les chaudières qui la fournissent tiennent peu de place, ses tuyauteries ont de très faibles diamètres. Le chauffage est hygiénique et facilement réglable. Par contre, l'installation est coûteuse, parce

qu'elle comporte des organes délicats; les réparations ne peuvent être faites que par des ouvriers spéciaux; son entretien demande des soins.

La conclusion de M. Périsse est que, dans les grandes villes où se trouve un personnel technique compétent, il faut recourir au chauffage par la vapeur à basse pression. A la campagne, il est peut-être prudent de s'arrêter à un système moins délicat. Considérant que presque tous les systèmes actuels de chaudières, régulateurs, canalisations de vapeur et de retour d'eau se valent, l'architecte chargé d'installer un chauffage par la vapeur à basse pression combinerait un système de surfaces de chauffe en rapport avec le genre de l'habitation, le goût du propriétaire et la température à obtenir : chauffage indirect, par batteries en cave pour le rez-de-chaussée et l'escalier, par colonne, dans une gaine visible du côté d'une pièce secondaire, pour les pièces de réception, chauffage direct par radiateurs réglables, pour les chambres et cabinets de toilette; telle est la formule qui semble devoir être le plus généralement adoptée. Il faut savoir gré à M. R. Périsse d'avoir si clairement fixé les grandes lignes de la question.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Pockels F., Professeur de Physique à l'Université de Heidelberg. — *Lehrbuch der Kristalloptik.* — 1 vol. in-8° de 320 pages avec 168 figures et 6 planches hors texte. Prix : 20 fr. B. G. Teubner, éditeur, 3, Poststrasse, Leipzig, 1906.

Dans ces vingt dernières années, les recherches théoriques ou expérimentales dans le domaine de l'Optique cristalline ont révélé de nouveaux faits importants, en particulier en ce qui concerne l'absorption et le pouvoir rotatoire optique. D'autre part, dans la même période, la théorie électromagnétique de la lumière a été mise sous une forme qui permet de l'utiliser, dans un traité didactique, pour asséoir les lois de la propagation de la lumière dans les cristaux. Le besoin se faisait donc sentir d'une exposition, au point de vue physique, de nos connaissances actuelles sur ces sujets. C'est la tâche que s'est imposée le Professeur Pockels dans le *Traité d'Optique cristalline* qu'il présente aujourd'hui au public.

Après une courte introduction, l'auteur aborde l'étude des cristaux parfaitement transparents sans pouvoir rotatoire. Il indique les lois de la propagation de la lumière dans les cristaux à un et à deux axes optiques, telles qu'elles résultent de l'observation; puis il expose les diverses hypothèses qui ont été faites pour déduire théoriquement ces lois des équations différentielles du vecteur lumineux : théorie élastique pure de Fresnel, théorie mécanique élargie de Voigt, théorie électromagnétique, théorie électronique. Puis il envisage les applications de ces lois, qui constituent, d'une part, le problème géométrique de la réflexion et de la réfraction : direction des ondes et rayons réfléchis et réfractés, réflexion totale, réfraction par les prismes, d'autre part, le problème physique de la réflexion et de la réfraction : rapports d'intensité et de polarisation des ondes réfléchies et réfractées, phénomènes d'interférence, propriétés des plaques superposées.

Vient ensuite l'étude des cristaux doués du pouvoir rotatoire; l'auteur en retrace les propriétés fondamentales et expose la théorie de la propagation dans ces cristaux et les observations qui la confirment.

Les cristaux envisagés dans les deux premières parties étaient parfaitement transparents; il reste à étudier les cristaux qui absorbent la lumière. M. Pockels indique la théorie de ces phénomènes, puis les méthodes de mesure de l'absorption en lumière transmise; il expose, enfin, les phénomènes qu'on observe en lumière polarisée convergente et ceux de la réflexion sur les cristaux absorbants.

La quatrième partie traite des modifications des pro-

priétés optiques sous les influences extérieures : température, déformation élastique, champ électrique et magnétique.

Le traité de M. Pockels a sa place marquée entre les ouvrages, d'un caractère plutôt élémentaire, écrits spécialement pour les besoins des minéralogistes, et les œuvres considérables d'un caractère théorique pur, comme celle de Voigt : il sera un guide précieux pour les physiciens et les cristallographes. L. B.

Zsigmondy Richard. — *Zur Erkenntnis der Kolloide.* — 1 vol. de 185 pages, avec 6 figures dans le texte et 4 planches. Gustav Fischer, éditeur, Jena, 1906.

Ce livre n'est pas un « Traité des colloïdes », mais avant tout un exposé des recherches personnelles de l'auteur sur l'ultra-microscopie et sur les solutions d'or métallique qu'il prend comme type des colloïdes irréversibles : certaines parties du livre ont donc la valeur de mémoires originaux et seront lues avec intérêt par tous ceux qu'intéresse l'étude des colloïdes.

On sait que les solutions d'or diffusent de la lumière. Déjà Faraday attribuait ce phénomène à la présence, dans le liquide, de très petites particules métalliques tenues en suspension, en fausse solution dans l'eau. Zsigmondy inclinait, avec d'autres auteurs, à considérer les solutions métalliques comme « homogènes » et à regarder comme accidentelles les particules dont la diffusion de la lumière rendait l'existence probable, la quantité de lumière diffusée étant sans relation simple avec les autres propriétés des solutions. Or, c'est précisément lui qui, ayant imaginé avec Siedentopf un dispositif capable de mettre en évidence individuellement les particules ultramicroscopiques, montra qu'elles étaient bien le véritable constituant de la solution.

Dans quelques chapitres d'introduction, l'auteur essaie de marquer la limite, bien artificielle d'ailleurs, qui sépare les solutions colloïdales, d'une part des solutions vraies, d'autre part des suspensions grossières; il rappelle les notions relatives aux colloïdes réversibles et irréversibles et il esquisse un résumé rapide de nos connaissances sur les colloïdes, en citant notamment d'assez nombreux passages des Mémoires de Th. Graham, auxquels le temps n'a rien enlevé de leur intérêt. L'invention de l'ultra-microscope de Siedentopf et Zsigmondy, la description de l'appareil, les procédés à employer pour en faire usage et les résultats qu'il a permis d'obtenir occupent une partie importante du livre.

Armé de l'appareil ultra-microscopique, l'auteur examine alors les solutions d'or, dont il indique d'abord la préparation. Il montre que les solutions stables contiennent des particules dont les dimensions, très variables selon les préparations, ne doivent guère dépasser 80 μ et peuvent s'abaisser jusqu'au voisinage des grands molécules. Il étudie les mouvements browniens de ces particules : ses observations semblent s'accorder très bien avec la théorie de ces mouvements exposée par M. Gouy et qu'il ne paraît pas avoir connue. Les observations faites sur des liquides divers ne montrent aucune relation directe entre la grosseur des particules et leur coloration; mais on peut obtenir dans un liquide, grâce à l'intervention de divers agents, des changements de coloration liés à l'association de petites particules en un nombre beaucoup moindre de particules plus grosses. Les expériences de coagulation et de filtration montrent surtout le rôle important que peuvent jouer des colloïdes stables associées aux hydrosols métalliques instables. Enfin, les recherches personnelles de l'auteur, ainsi que celles d'autres expérimentateurs, permettent d'étendre à d'autres solutions colloïdales les résultats des observations faites avec les solutions d'or.

Parallèlement à ces solutions, Zsigmondy a étudié les verres colorés par l'or. La formation des particules colorantes pendant le réchauffement d'un verre inco-

lore après un premier refroidissement tient à la présence, dans ce verre incolore, de germes « amicroscopiques », trop petits pour être vus.

Enfin, Zsigmondy expose rapidement dans quelles conditions les particules des colloïdes en général se forment, s'assemblent ou se séparent à nouveau pour former des « sols » ou des « gels » et comment on peut concevoir le mécanisme de ces phénomènes.

H. MOUTON,

Attaché à l'Institut Pasteur.

Rocques (X.), *Chimiste-Expert des Tribunaux de la Seine, ancien chimiste principal du Laboratoire municipal de Paris.* — **Les Industries de la conservation des aliments.** — 1 vol. petit in-8° de 506 pages, avec préfaces de MM. BROUARD et MUNTZ, membres de l'Institut, Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

Les industries qui ont pour objet la conservation des aliments prennent de jour en jour plus de développement et plus d'importance. Leur intérêt économique, leur rôle dans la vie sociale expliquent la multiplication des ateliers de conservation et leur prospérité presque générale.

Cette industrie permet, en effet, de pourvoir d'aliments sains et utiles des régions déshéritées, de mettre à profit certains aliments qui, de par l'éloignement ou les circonstances, étaient autrefois abandonnés ou perdus; enfin de déterminer, à l'avantage du plus grand nombre, un bienfaisant nivellement des prix des denrées.

Une telle industrie, si éminemment utile, est toujours en évolution, en progrès continus, au courant desquels il est fort difficile de se maintenir; aussi devons nous savoir gré à l'auteur qui veut bien nous faire connaître ce qui se passe dans les usines modernes, si merveilleusement organisées et outillées.

M. X. Rocques était, par sa position et son savoir, mieux qualifié que tout autre pour écrire un traité de conservation des matières alimentaires; il a composé ce livre en parfaite connaissance d'un sujet qu'il traite tout à l'aise et en maître.

Tout d'abord, l'auteur expose le mécanisme chimique de la décomposition des aliments; puis, ayant posé le problème, il nous en indique, avec beaucoup d'ordre et de précision, les solutions acceptables et pratiques.

À propos de la conservation par la chaleur, il nous donne des détails techniques fort curieux sur la disposition et le mode de fermeture des différentes boîtes de conserve; ensuite vient la description des procédés de conservation des viandes, des légumes, des fruits, etc.

M. Rocques insiste, avec beaucoup de raison à notre avis, sur les méthodes de conservation par le froid; c'est le froid seul qui nous permet de conserver les aliments tels que la Nature nous les a fournis, sans aucune modification dans le goût ou la composition chimique.

En résumé, M. Rocques a fait œuvre bonne et utile; les fabricants ou les industriels, les hommes de science ou les curieux, liront son intéressant ouvrage avec autant de profit que de plaisir.

R. LEZÉ,

Professeur à l'École de Grignon.

3^e Sciences naturelles

Doumer (Paul), député, ancien Gouverneur général de l'Indo-Chine. — **L'Indo-Chine française. Souvenirs.** — 1 vol. in-4° de 392 pages, avec 170 illustrations. (Prix : 10 fr.) Vuibert et Nony, éditeurs. Paris, 1905.

La plus grande partie de l'ouvrage de M. Doumer (pp. 1-284) est le récit, émaillé d'anecdotes, des tournées accomplies par l'auteur à travers l'Union indochinoise, pendant qu'il était gouverneur général (1897-1902). La forme même de ces chapitres ne se prête guère à une analyse. Et il n'est d'ailleurs pas étonnant qu'ils ne renferment pas grand-chose comme résultats géographiques. L'auteur, dont l'activité fut certes très

grande, avec par moment une nuance de témérité, louable ou assez inutile, selon le point de vue, ne pouvait faire de découvertes; et il n'avait pas le loisir d'observer véritablement. Il a donné dans ces pages une esquisse d'ensemble de l'Indo-Chine française, qui se recommande par sa facilité, sa grande clarté, et qui prendra place à côté des publications très honorables de M. de Lamoignon.

On peut, au reste, cueillir au passage, dans cette première partie du livre, quelques constatations qui offrent de l'intérêt pour le géographe, parce qu'elles insistent heureusement sur certains faits déjà connus, ou même donnent des aperçus nouveaux. Pour prendre les exemples qui m'ont le plus frappé, je citerai d'abord, au point de vue physique, les anecdotes mettant en relief l'instabilité du sous-sol vaseux, dans le delta cochinchinois (pp. 48-49); l'étude sommaire des rapports qu'il y a, au Tonkin, entre les pluies ou brouillards d'hiver et la première des deux récoltes annuelles du delta, celle qu'on obtient pendant le cinquième mois, dans les terres trop inondées l'été (p. 101); enfin la description de certains climats locaux des plateaux intérieurs (Lang-Bian, Tran-Ninh) et de l'Annam oriental, ces derniers caractérisés par des pluies torrentielles d'hiver (Quang-Binh) et si secs, au contraire, en été (Cam-Ranh), qu'on est obligé d'irriguer (pp. 338, 215, 208). M. Doumer établit, d'autre part, que l'expansion des Annamites en Cochinchine est un fait encore d'actualité (p. 63-64), que les habitants du Cambodge ne sont nullement des descendants des anciens Khmers, mais bien des Siamois envahisseurs, tout à fait étrangers aux souvenirs des vieux monuments d'Angkor (p. 246), etc. Mais on se demande pourquoi il range les Annamites parmi les Malais (p. 32), et pourquoi il envisage les Muongs, M'cos, Thais, Khas, comme des « variétés de peuples » différentes (p. 212).

Le dernier chapitre (p. 284 et suiv.) est l'exposé de l'œuvre d'organisation politique, économique et scientifique de l'Indo-Chine, à laquelle le nom de M. Doumer restera attaché. On a pu discuter et l'on discute encore dans cette œuvre, au point de vue indigène, certains détails et certaines conceptions partielles (les régies, par exemple); mais nul ne conteste que l'essor économique, comme l'expansion de l'Union indo-chinoise datent de 1897-1898. Il est donc intéressant de trouver le tableau des considérations et des démarches d'où est sorti l'état de choses actuel, et l'esquisse des résultats provisoires, tracés par celui-là même qui a tout provoqué, tout décidé et tout commencé. On notera que l'action du gouverneur général est devenue possible en Indo-Chine par le rétablissement du résident supérieur du Tonkin (juin 1897), par la création du Conseil supérieur de l'Union (juillet 1897-août 1898), surtout par l'existence d'un budget général (31 juillet 1898), qui a permis d'avoir les services généraux (1897-1900), et de commencer les travaux d'utilité commune. Ceux des services généraux qui ont, par destination même, le plus fait pour la mise en valeur et aussi pour la connaissance du pays, sont, sans conteste, la Direction de l'Agriculture et du Commerce, et le Service des Travaux publics. Ce sont ceux que les géographes ont le plus d'intérêt à connaître. La Direction de l'Agriculture, sous l'impulsion de MM. Capus et Breuier, s'est peu à peu complétée par les Services géologique, météorologique, forestier, vétérinaire; par le Laboratoire d'analyses, la Commission d'expériences et les jardins d'essai, le Musée d'échantillons, le Bureau de statistique; par la publication, enfin, du beau *Bulletin économique de l'Indo-Chine*. Sa succursale en France, destinée à solliciter et à éclairer les colons et les commerçants, était, on le sait, l'Office colonial indo-chinois, devenu l'embryon de l'Office colonial général. Quant au Service des Travaux publics, c'est lui qui a permis de dresser le plan rationnel du réseau de chemins de fer décidé par la loi du 25 décembre 1898, et c'est aussi lui qui préside à la reconnaissance de la Cordillère annamitique (exploration de Cottes, etc.). Ces institutions témoignent qu'il

ya aujourd'hui, à la base de la colonisation française de l'Indo-Chine, l'information et la méthode scientifiques : fécond exemple, suivi depuis en Afrique occidentale ; procédé rationnel et seul admissible, dont l'indigène doit bénéficier autant que la métropole, et qui suffit à justifier l'œuvre entreprise par la France.

L'autre aspect de la colonisation, selon M. Donner, est ce qu'on peut appeler le point de vue « impérial ». Il n'a pas seulement considéré les pays indo-chinois en eux-mêmes, mais comme destinés à la fois à devenir les associés économiques de la métropole, et « à prolonger son action » ainsi que son influence en Extrême-Orient (pp. 310, 346, etc.) ; le tout en prenant pour eux les principaux sacrifices d'ordre financier et militaire. C'est une conception qui a fait ses preuves, ainsi qu'en témoigne l'histoire des colonies britanniques, et que légitime l'état de la politique et du commerce dans l'Océan Indien et dans les mers de Chine.

Les tableaux résumant l'essor commercial pendant le gouvernement général de M. Donner (pp. 149 et suiv.) conduisent, si l'on en admet les chiffres comme tout à fait exacts, à quelques constatations intéressantes. Le développement du trafic de l'Indo-Chine française (qui a augmenté de 148 %, de 1897 à 1901) a surtout profité : aux exportations pour la France, qui ont cru de 290 % (soie, poivre, thé, bois) ; au cabotage intérieur, en élévation de 281 % ; au transit vers la Chine ou de Chine (augmentation 251 %) ; aux importations françaises, en objets manufacturés, matériel de chemin de fer et denrées alimentaires (augmentation 254 %). Le transit et le cabotage, ce dernier très actif à cause de la forme même de l'Indo-Chine et de la difficulté des communications intérieures, offraient en 1901 un total très considérable en regard au commerce spécial : 172 millions de francs contre 363 millions seulement. Enfin, dans le commerce spécial, la France ne serait encore entrée en 1901, malgré les progrès accomplis, que pour la plus petite part : 149 millions de francs, dont 100 à l'importation ; et encore ce dernier chiffre s'explique-t-il par l'activité des travaux publics.

J. MCHAT,

Docteur ès lettres,

Professeur d'Histoire au Lycée de Bourges.

Bartholomew (J.-G.), F. R. G. S. — Atlas of the World's Commerce. — Publié en 22 livraisons gr. in-4° à 6 pence. G. Newnes, éditeur, Southampton Street, Strand, Londres, 1906.

La maison G. Newnes, de Londres, vient d'entreprendre la publication d'un grand Atlas du commerce du Monde, dû au géographe anglais bien connu, M. J.-G. Bartholomew. Cet Atlas consistera en 176 planches en couleurs, contenant plus de 1.000 cartes et diagrammes, et accompagnées d'un texte descriptif constituant pratiquement un dictionnaire du commerce du monde. Les cartes et le texte se combinent pour illustrer la distribution des divers produits, les importations et exportations des différentes contrées, leurs ressources naturelles, développées ou non, leurs moyens de communication et de transport, et plusieurs autres aspects du commerce international.

Les premières livraisons parues se rapportent à la production et au commerce du blé, du café, du sucre, du coton, du thé, du tabac, du vin, du fer, de la laine, de l'acier, du charbon, de la soie, de l'or, etc. Nous reviendrons prochainement d'une façon plus détaillée sur cet intéressant ouvrage, qui apparaît comme le plus remarquable qui ait été publié dans ce domaine.

Evans G. H., Surintendant du Département vétérinaire de la Birmanie. — Traité sur les Eléphants. Leurs soins habituels et leur traitement dans les maladies. — 1 vol. de 342 pages, avec 41 figures et 8 planches hors texte, traduit de l'anglais par M. JULES CLAINÉ, Consul de France en Birmanie. Schleicher frères et Co, éditeurs, Paris.

La Revue a souvent entretenu ses lecteurs des services rendus par l'éléphant dans les pays d'Extrême-

Orient et de ceux qu'il pourrait rendre en Afrique si les colons venaient s'intéresser à sa cause. Dans certains pays, en effet, cet animal est plus qu'utile, il est indispensable ; sa taille et son poids lui permettent de faire sa route à mesure qu'il avance ; il sait traverser les rivières et les courants rapides, transporter les hommes et les bagages à travers les marécages et les terres basses ; enfin, et ce n'est pas la moindre de ses qualités, il sait se contenter d'une nourriture facile à lui procurer, même dans la brousse.

Pourtant, il est juste de reconnaître que l'éléphant ne présente pas la résistance physiologique que l'on s'imagine volontiers ; sans doute, il peut fournir une forte somme de travail, mais dans certaines conditions seulement : il doit être l'objet de soins intelligents et ne doit pas être abandonné complètement aux mains des indigènes, souvent disposés à négliger leur besogne ; beaucoup d'eau et une nourriture suffisante lui sont nécessaires ; enfin, tout surmenage doit lui être évité.

C'est pour préciser ces conditions que M. Evans a écrit ce livre. Pour cela, l'auteur a utilisé une expérience acquise pendant un séjour de douze ans en Birmanie. Dans cette région, les éléphants peuvent être classés en deux groupes : 1° ceux qui sont employés à l'exploitation des forêts et qui sont les plus nombreux ; 2° ceux qui servent pour les voyages et les transports. Les mâles sont plus appréciés pour la première besogne, tandis que les femelles, au pas rapide et court, sont préférées pour la seconde.

Cet ouvrage répond d'autant plus à un réel besoin que, comme le dit justement l'auteur, « la science du traitement des maladies des éléphants est encore dans l'enfance ». Bien peu de vétérinaires, en effet, ont eu l'occasion d'observer longuement ces animaux. Aussi, voulant faire profiter le public de sa longue expérience, l'auteur a-t-il consacré la plus grande partie de son livre à l'étude des maladies, de leurs causes et des moyens de préservation. Il montre que la plupart de ces maladies sont dues au surmenage et à l'absence de soins hygiéniques ; il insiste sur les symptômes et le traitement des maladies (charbon, variole, « surra », fièvre aphteuse, rage, tétanos, rhumatisme, etc.), sur les parasites du tube digestif, du foie et de la peau, sur les piqûres des serpents venimeux et les blessures de tiges, et sur la pathologie des principales fonctions organiques. A signaler un chapitre sur les glandes temporales, organes placés entre l'œil et l'orifice de l'oreille, et dont le gonflement semble être en rapport avec l'excitation sexuelle ; il y aurait là un état comparable à ce qu'on observe chez les cerfs au moment du rut.

La première partie de l'ouvrage nous a particulièrement plu. Elle contient de curieux détails sur les *marchés d'éléphants*, dans lesquels les prix se sont élevés à cause de la demande de l'industrie forestière ; sur l'âge, qu'il est bien difficile de connaître d'une façon précise ; sur la *taille* ; sur les signes extérieurs de la *santé* (balancement de la trompe et de la queue, battement des oreilles, peau douce et presque noire, etc.) ; sur l'*idiosyncrasie* ; sur la *reproduction* en captivité (une belle photographie publiée hors texte ne laisse d'ailleurs pas de doute sur le mode d'union des sexes et montre que la pudeur de ces bêtes, si chère à Buffon, est toute relative) ; sur l'*allaitement* du petit, qui suce avec sa bouche et non avec sa trompe, comme le disent certains auteurs.

Dans un chapitre spécial, l'auteur trace les *devoirs du cornac*. Ils sont nombreux, car non seulement le cornac doit ménager les forces de sa bête, mais il doit lui assurer l'eau nécessaire pour boire et se baigner, un fourrage suffisant, un abri confortable pour le repos ; il doit aussi journellement laver et examiner toutes les parties du corps. Un bon cornac se fait obéir uniquement à la parole, qui doit être tranquille et persuasive ; mais il n'obtient ce résultat que par une longue expérience et par l'observation individuelle. Aussi un bon cornac est-il toujours fier de son éléphant ; l'auteur ne nous dit pas si la réciprocité existe.

La question de l'alimentation tient une large place, avec des conseils sur le pâturage dans la jungle et des menus dans lesquels il est tenu compte de la ration de travail. Des renseignements sont donnés sur les ablutions et les baignades : sur le sommeil, bien que ces animaux ne dorment guère ; deux ou trois heures chaque nuit leur suffisent ; sur le travail, leur charge ne devant pas dépasser 500 kilogrammes ; sur la nécessité de leur procurer un abri contre le soleil, qu'ils craignent beaucoup, car on les voit souvent se protéger la tête avec des branches et des feuilles ou bien avec le turban de leur corneau ; ce dernier leur cède généreusement ; sur le harnachement et, enfin, sur les châtimens qu'on doit parfois leur infliger, car les Éléphants aussi ont leur double boucle.

Ce livre excellent mérite pourtant quelques critiques : nous n'avons pas trouvé, dans la partie traitant de l'anatomie, toute la précision nécessaire en pareille matière. Sans doute, le cas est difficile, car l'anatomie de l'Éléphant n'est pas complètement connue. Toutefois, la question de la dentition est suffisamment traitée, et la physiologie de la trompe clairement exposée. On y trouve aussi décrit avec détail le fait suivant, que connaissent les personnes accoutumées aux éléphants : quand ces animaux ont chaud, ils enfonce leur trompe dans la bouche et retirent de l'eau par aspiration pour, ensuite, s'asperger le corps. Où ce liquide se trouve-t-il ? Dans l'estomac ou dans une poche spéciale ? C'est une question que les travaux de Steel, de Sterndale et de Sanderson ne résolvent pas d'une façon satisfaisante.

Malgré ses imprécisions, difficiles à éviter en un pareil sujet, nous croyons que ce livre, écrit par un praticien consciencieux et ayant une grande expérience de l'Éléphant, rendra de réels services à nos coloniaux d'Extrême-Orient et sera lu avec profit par ceux qui s'intéressent à cette grosse et sympathique bête.

E. CAUSTIER,

Professeur de Sciences naturelles au Lycée Condorcet.

4° Sciences médicales

Marie (Pierre) et Léri (André). — *La Spondylose rhizomélisque*, in *Nouvelle Iconographie de la Salpêtrière* (Janvier-février 1906). — Masson et Co, éditeurs. Paris, 1906.

La spondylose rhizomélisque, décrite par M. Pierre Marie en 1898, est une affection caractérisée par une *ankylose* à peu près complète de la *colonne vertébrale* (spondylose) et des articulations de la *racine des membres* (rhizomélisque). Les deux premiers sujets étudiés par M. Pierre Marie, à l'hospice de Bicêtre, présentaient un aspect spécial.

« Si l'est des cas, disait cet auteur, où le rhumatisme déformant détermine une ankylose du rachis, ces cas diffèrent de ceux de spondylose rhizomélisque par l'existence de déformations extrêmement prononcées des petites jointures et par une marche différente. La spondylose rhizomélisque se distingue non moins nettement des autres formes d'ankylose rachidienne, notamment de celle dont Bechterew a rapporté plusieurs cas et que j'ai récemment étudiée sous le nom de cyphose hérédito-traumatique. »

Depuis la description de M. Pierre Marie, des cas très nombreux ont été signalés ; on en compte aujourd'hui des centaines. Mais, en dehors de la clinique, l'étude de la spondylose n'avait guère progressé. On ne meurt pas de cette affection et les autopsies en sont rares ; l'étiologie ne fournissait aucune indication.

De là, plus d'une confusion. Aussi la plupart des auteurs allemands et bon nombre d'auteurs français soutenaient que la spondylose rhizomélisque ne différait pas du rhumatisme chronique ; selon eux, elle n'en était qu'une localisation, une variété.

Cependant, une première autopsie, faite en 1899, avait conduit M. A. Léri aux hypothèses suivantes :

« 1° La spondylose rhizomélisque est essentiellement une ossification du tissu ligamenteux ; si elle ne se

manifeste d'ordinaire, en dehors de la colonne vertébrale, que par l'ankylose des articulations de la racine des membres, c'est parce que ces articulations sont pourvues d'un renforcement ligamenteux sous la forme d'un bourrelet ou d'un ménisque ;

2° L'ossification des ligaments dans l'ankylose des articulations rachidiennes et rhizoméliques ne constitue pas toute la maladie ; il y a, dans la spondylose rhizomélisque, une *rarefaction du tissu osseux en général* ; l'hyperossification ne se fait en certains points qu'avec une désossification en d'autres points, et sans doute cette hyperossification est secondaire, *compensatrice*, peut-être curatrice.

Anatomiquement, on pouvait supposer une rarefaction préalable des os, parce que tous les ligaments de la colonne vertébrale étudiée n'étaient pas ossifiés. Les ossifications qui prédominaient sur la convexité des courbures n'avaient manifestement pas pu produire les déformations, mais elles n'auraient pu être mieux placées pour les limiter, si elles avaient dû produire la consolidation d'une colonne vertébrale ramollie ayant tendance à s'affaisser.

Mais on n'avait pas de démonstration absolue de la fragilité osseuse opposée.

Dernièrement, en mai 1903, MM. Pierre Marie et A. Léri ont eu l'occasion de procéder à une nouvelle autopsie de spondylose rhizomélisque ; les résultats ont entièrement confirmé leurs hypothèses antérieures.

1° La spondylose rhizomélisque est une ossification tout particulièrement localisée aux ligaments, aux bourrelets et aux ménisques.

Or, la lésion ankylotante primordiale et capitale relevée au niveau de la hanche a été précisément l'ossification du bourrelet cotyloïdien.

Partout ailleurs, les lésions consistent surtout dans l'ossification des ligaments : ligaments surépineux, partie antérieure des disques, ligaments articulaires, ligaments costo-vertébraux et costo-transversaires, ligaments jaunes.

On a constaté, en outre, l'ossification des ligaments sacro-iliaques, d'une partie des petits ligaments sacrosciatiques, de l'origine des grands ligaments sacrosciatiques et des ligaments ilio-fémoraux. Toutes ces ossifications régulières, lisses ou légèrement rugueuses, se font sur place, sans exostose ou hyperostose notable.

2° L'ossification nouvelle est accompagnée, et sans doute précédée, d'une rarefaction osseuse.

La récente autopsie en a fourni des preuves multiples. Comme dans le premier cas, les ossifications rachidiennes portent surtout sur la convexité des courbures (partie antérieure des disques à la région lombaire, ligament surépineux à la région dorsale, etc.) et semblent destinées à limiter les déformations. La déviation de la colonne vertébrale dans son ensemble et son léger enfoncement dans le bassin, la minceur du fond de la cavité cotyloïde, l'absence de tissu osseux compact sur la tête du fémur, presque sectionnelle au couteau, atteste la friabilité du squelette.

Loins même de toute articulation, les os présentent une fragilité remarquable. Ainsi, le fond des deux fosses iliaques est presque aussi transparent que les cavités cotyloïdes. L'extrémité inférieure du sacrum est amincie, « en dentelle ».

Certaines apophyses transverses de la région lombaire se laissent comprimer comme des éponges. Enfin, sur les coupes des os longs, le tissu compact est aussi très amoindri.

La spondylose rhizomélisque est donc une ankylose compensatrice et représente un processus de guérison.

Cette affection, dont l'étiologie reste banale, se différencie nettement par ses lésions et sa pathogénie, des autres maladies ankylotantes de la colonne vertébrale : La spondylose rhizomélisque est primitivement une *ostéopathie infectieuse* ou *toxi-infectieuse*, a tendance surtout à raréfier, secondairement une ossification ligamentuse à tendance compensatrice, frénatrice ou curatrice.

Dr HENRY MEIGÉ.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 9 Juillet 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. König donne une nouvelle démonstration du théorème d'équivalence de M. Cantor dans l'exposition de la Logique synthétique. — M. M. Stefanik présente un héliomètre à réflexion dans lequel il a interposé, entre l'objectif et son foyer, deux miroirs inclinés et mobiles l'un par rapport à l'autre, qui divisent le faisceau lumineux en produisant deux images. — M. G. Millochau a déterminé les longueurs d'onde des raies du spectre solaire infrarouge en se servant d'un écran rouge et de plaques insolées.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Stormer détermine les trajectoires des corpuscules électriques dans l'espace sous l'influence du magnétisme terrestre, et se sert des résultats pour expliquer les aurores boréales et les perturbations magnétiques. — M. P. Villard discute la théorie qui attribue l'aurore boréale à des rayons cathodiques émanant du Soleil et montre, en s'appuyant sur ses propres expériences, que le lieu d'émission des rayons auroraux est nécessairement terrestre. — M. P.-L. Mercanton déduit de l'étude de l'état magnétique de quelques vases d'argile cuite de l'époque préhistorique que l'inclinaison magnétique terrestre était probablement forte et boréale en Suisse aux époques néolithique et du bronze, et en Bavière septentrionale à l'époque de Hallstadt. — M. Devaux-Charbonnel décrit deux procédés pour la mesure de la capacité et de la self-induction des lignes télégraphiques. La capacité des fils aériens est supérieure à la valeur théorique; elle varie avec l'état hygrométrique. La self-induction est en moyenne de 0,006 henry par kilomètre pour les courants ordinaires. — MM. L. Lewin, A. Miethe et F. Stenger ont photographié et mesuré en longueurs d'onde les raies d'absorption des matières colorantes du sang. — M. H. Gaudechon a étudié l'action de l'effluve sur le cyanogène pur et sec. Il a obtenu des produits de condensation solides, bruns et solubles, enrichis en carbone, avec élimination simultanée d'azote gazeux. — M. J. Herbette a constaté l'existence d'une seconde série de mélanges isomorphes du chlorate et du nitrate de potassium répondant à la forme terbinnaire du nitrate. — M. de Forcranda mesuré les chaleurs de dissolution et de formation des chlorures et des sulfates de rubidium et de césium. Les quatre métaux Na, K, Rb, Cs forment une série où l'affinité pour le chlore et l'acide sulfurique croît régulièrement et notablement avec le poids atomique. — M. L. Henry a étudié les quatre alcools secondaires isomères que l'on peut rattacher à l'octane dichotomique $(CH_3)_2CH \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$; on constate que les points d'ébullition de ces alcools vont en s'élevant à mesure que leur composant $CH \cdot OH$ s'éloigne davantage dans la molécule de la ramure dichotomique. — M. E. Chablay a reconnu que les alcools non saturés $C_8H_{16}O$ donnent avec les métaux-ammoniums des alcoolates; mais l'hydrogène formé dans cette réaction réagit, soit totalement, soit en partie, sur une nouvelle molécule d'alcool pour donner le carbure éthylique correspondant C_8H_{16} . — MM. Tiffeneau et Dorliencourt montrent que, pour que les transformations des α -glycols bisecodaires ou secondaires-tertiaires en acétones soient accompagnées de migrations moléculaires, il ne suffit pas que l'alcool intermédiairement formé possède un radical aromatique au voisinage de son oxydhydre; il faut encore que la fonction alcool transitoire ne soit pas

une fonction vinylique. — M. Alb. Morel a préparé l'urée du glycolle $CO \cdot AzH \cdot CH_2 \cdot COOH$; F. 166°-168°, et les urées mixtes du glycolle et de la leucine, F. 183°, puis du glycolle et de la tyrosine, F. 214°. — M. R. Padova, en fai-ant réagir le chlorure de benzophénone sur l'anthranol, a obtenu un corps $C_{12}H_{10}O$, ou $C_6H_5 \cdot C \cdot C_6H_5 \cdot CO$, F. 193°-197°, qu'il nomme diphénylméthylène-anthraquinone. — M. W. Lubimenko a constaté que, lorsqu'on réussit à faire absorber des sucres fermentescibles par une plante supérieure, celle-ci provoque la fermentation alcoolique de ces sucres, même en présence de l'oxygène; dans ces conditions, la plante supérieure se comporte physiologiquement comme une levure placée dans des conditions aérobies.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Laveran a reconnu l'existence de trois trypanosomiasis distinctes sur des animaux rapportés du Haut-Niger : l'une est due au *Tr. Evansi*, la seconde au *Tr. dimorphon*; la troisième paraît provoquée par un trypanosome nouveau, que l'auteur nomme *Tr. Cazalboni*. — MM. G. Roux et L. Lacomme ont observé la disparition momentanée des trypanosomes dans le sang de chiens infectés avec ce protozoaire et ayant reçu, après constatation de la présence du parasite, une émulsion de rate de bœuf. — M. N. Gréhan montre que, quand un animal respire un mélange d'air et d'acide carbonique à 5 %, le centre des mouvements respiratoires est plus fortement excité, et il s'établit une lutte de l'organisme contre cet accroissement de CO_2 , dont l'heureux résultat est la constance de la composition des gaz du sang. — MM. H. Guillemard et R. Moog montrent que le travail musculaire développé pendant les grandes ascensions n'influe que fort peu sur la nutrition. — M. P. Termier a découvert, dans le Djebel Ouenza, des phénomènes de recouvrement qui lui permettent de conclure que la Tunisie et probablement une grande partie de l'Algérie constituent un pays de nappes. — M. F. de Montessus de Ballore estime que les tremblements de terre se produisent également en toute saison, la prépondérance signalée en hiver étant attribuable à des conditions physiologiques plus favorables à l'observation.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 10 Juillet 1906.

M. Kelsch présente un Rapport sur le projet de décret d'organisation du Service de la vaccination en Algérie. — M. Chauvel présente un Rapport sur un Mémoire du Dr E. Sulzer relatif au traitement des opacités cornéennes par les agents physiques. L'auteur recommande l'électrolyse combinée à la photothérapie (taies de la cornée proprement dites) ou bien la photothérapie seule sclérosée de la cornée. Chez les sujets nerveux, la photothérapie peut être remplacée par la radiothérapie. — M. Lancereaux présente une malade traitée pour un anévrisme par les injections de sérum gélifié et qui paraît complètement guérie. — M. R. Blanchard attire l'attention sur la grave épidémie de paludisme qui sévit à Madagascar, particulièrement dans l'île de la Réunion et à Tananarive. La propagation du fléau, des côtes, où il était autrefois cantonné, vers les hauts plateaux, est due à la construction de la route, puis du chemin de fer de Tananarive à Tananarive et aux grands déplacements de population dont ils ont été la cause. L'auteur demande à l'Académie d'émettre le vœu que soient appliquées, sans nouveau délai, dans toute l'étendue de la colonie de Madagascar et dans ses dépendances, toutes les mesures prophylactiques dont l'efficacité est actuellement indiscutable : complètement

ou pétroleage des eaux stagnantes et usage général de toiles métalliques dont le diamètre ne peut être supérieur à un millimètre.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Juin 1906.

MM. Rieffel et Robinson recommandent, pour injecter dans tous leurs détails les fins réseaux et ramifications vasculaires, l'emploi de silicate de potasse liquide, coloré d'une façon convenable, sans addition de craie, d'oxyde de zinc ou d'une poudre quelconque. — M. Ed. Retterer montre que le globe rouge du mammifère adulte et bien portant est l'équivalent d'un noyau cellulaire, car le noyau seul se transforme en hématie anucléée. — MM. Al. Carrel et C. C. Guthrie indiquent une méthode simple, en quatre temps, pour établir une fistule d'Eck : 1° ouverture de l'abdomen et découverte des vaisseaux; 2° hémostasie temporaire; 3° anastomose; 4° ligature de la veine porte et fermeture de l'abdomen. — MM. A. Gilbert et M. Villaret montrent que l'œmptopexie, s'adressant à des cas peu avancés, est susceptible d'atténuer sensiblement l'opisturie dans les affections hépatiques. — MM. C. Franca et M. Athias ont constaté que le blépharoplaste semble jouer, dans la division par segmentation des trypanosomes, un rôle qui se rapproche de celui du centrosome pendant la division mitotique. — MM. H. Roger et M. Garnier ont reconnu que les extraits du contenu intestinal sont capables d'amener des coagulations sanguines dans le domaine de la veine porte. Mais celles-ci représentent plutôt un moyen de défense qu'une cause de mort. — M. H. Iseovesco a observé que les colloïdes positifs du suc gastrique forment avec les colloïdes négatifs du suc pancréatique un complexe soluble dans un milieu neutre; l'action diastatique du suc pancréatique est ainsi paralysée. — M. Ch. Porecher montre que, dans les conditions normales, le lactose des matières excrémentielles provient des cellules intestinales desquamées et enrobées mécaniquement dans la masse des produits de déchet non attaqués par les sucs digestifs. — M. G. Rosenthal a pu adapter facilement à la vie aérobie le bacille gracile éthylogène, microbe anaérobie strict de l'estomac. — M. H. Salanque a isolé de l'émulsion d'un fragment du nerf pneumogastrique d'un hériérique un micro-organisme pathogène, ayant la forme d'un diplocoque, qui paraît être l'agent de la maladie. — MM. Ch. Dhérè et G.-L. Grimmé ont déterminé la richesse en calcium du névraxe du chien et de l'encéphale du lapin. La teneur est maximum dans l'encéphale du lapin. — MM. A. Mayer et F. Rathery décrivent la structure histologique du rein du Poule à l'état normal et au cours des éliminations provoquées. — M. A. Mayer a reconnu qu'après l'ablation des capsules surrénales la piqûre de Claude-Bernard ne provoque pas la glycosurie. — M. H. Busquet a observé que l'excitation du vague n'arrête plus le cœur de la grenouille intoxiquée par la vératrine. — M. Ch.-A. François-Frank a constaté l'existence d'importantes couches de fibres lisses dans la paroi libre et dans les cloisons du poulmon de la tortue terrestre et l'absence complète de fibres striées. — M. Ch. Féré signale un nouveau cas d'hypothermie, chez un enfant de sept ans et demi atteint d'idiotie profonde, d'épilepsie surtout vertigineuse et de turbulence. — M. G. Seillière montre que la disparition du xylane chez les lapins nourris avec cette substance doit vraisemblablement être dépendante de l'action des microbes intestinaux. — M. H. Bierry, par dialyse sur sac de collodion, en présence d'eau distillée, et addition d'électrolyte, est parvenu à séparer la maltase et l'amylase du suc pancréatique de sécrétine. — M. P. Girard a constaté des variations quantitatives de la composition chimique du cerveau en fonction du volume et du coefficient de céphalisation. — M. A. Javal estime que la cryoscopie urinaire est une méthode infidèle pour l'étude des maladies du cœur et des reins; au contraire,

l'analyse chimique des urines est plus exacte et plus précise. — MM. G. Lion et H. François montrent que la cytolyse gastrique porte son action presque exclusivement sur les cellules glandulaires, qui s'altèrent avec rapidité sans que le tissu interstitiel réagisse. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild confirment que le corps thyroïde est un régulateur des diastases de défense, l'hypothyroïdisme favorisant les auto-infections. — MM. Lesné et Dreyfus ont constaté que le pouvoir glycolytique du sang des animaux traités par des injections de glycose ou phloridizines ne paraît pas supérieur à celui des animaux normaux.

Séance du 7 Juillet 1906.

MM. Laignel-Lavastine et R. Voisin décrivent les lésions des cellules nerveuses de la moelle de lapin dans l'intoxication rabique expérimentale : 1° gonflement et déformation sphérique des granulations chromatiques de Nissl; 2° fonte de ces granulations et vacuolisation du protoplasma; 3° ouverture des vacuoles à l'extérieur et leur envahissement par des cellules névrogliques ou mésodermiques. — M. Laignel-Lavastine montre que le trajet des nerfs extrinsèques de la vésicule biliaire ne peut être suivi par l'anatomie, à cause de la disparition des troncs nerveux individuels, et doit être prouvé par la physiologie. — M. Ch.-A. François-Frank a constaté que le poulmon de la tortue constitue un organe de choix pour l'étude des fonctions des fibres lisses. — M. Ed. Retterer a reconnu que la forme et les dimensions des hématies du chat adulte correspondent à celles des hématies des Mammifères. Le prétendu noyau dérive de l'hyaloplasma du noyau originel. L'hématie est anucléée, car elle représente le noyau lui-même transformé. — M. L. Vialleton a étudié le développement des fentes branchiales de la Torpille. — MM. Galesesco et Slatineanu ont observé, au cours de la récente épidémie de typhus exanthématique de Bucarest, un polymicrobisme très remarquable dans le sang et les sérosités des malades; les microbes isolés ont été un staphylocoque, une bactérie ne prenant pas le Gram, un pneumocoque et un streptocoque. — MM. J.-Ch. Roux et Riva différencient dans les fèces les débris de tissu conjonctif et les fragments de mucus concrétés en membranes par l'action du suc gastrique artificiel, qui dissout rapidement les premiers et non les seconds. — M. J.-L. Prévost estime que les tractions rythmées de la langue sont complètement inefficaces dans le traitement de l'asphyxie si elles sont faites après la période où l'animal revient spontanément à la vie, par simple ablation de l'obstacle trachéal. — M. R. Legendre a constaté la présence de neurofibrilles dans les cellules nerveuses d'*Helix pomatia* par la méthode d'imprégnation des coupes par l'argent réduit par le formol. — M. P. Remlinger a reconnu que les méninges du lapin présentent une résistance notable à l'infection; la méningite la plus aiguë est curable chez cet animal grâce, semble-t-il, à l'isolement et au repos le plus absolu. — M. H. Cousin montre que la céphaline renferme deux classes d'acides gras : 1° acides liquides de la série linoléique; 2° acides saturés constitués presque exclusivement par l'acide stéarique. — M. L. Fortineau a observé une hypertrophie des productions cornées chez une poule rendue tuberculeuse par inoculation d'un fragment de muscle de la cuisse d'un poulet tuberculeux. — MM. Guillemet, Rapin, Fortineau et Paton ont trouvé sept fois sur dix de la tuberculine dans le lait des femmes tuberculeuses. — MM. H. Roger et M. Garnier, au cours de l'occlusion expérimentale de l'intestin, ont constaté que le sang est fréquemment envahi par des microbes anaérobies; dans cinq cas sur six, ils ont isolé le *B. megacoccus*, qui semble appartenir au groupe des *B. aerogenes*, *enteritidis* et *perfringens*. — MM. L. Lapique et P. Girard ont déterminé le poids des diverses parties de l'encéphale chez les Oiseaux. Le cerveau est de beaucoup l'organe le plus important; le cervelet le suit de très loin, son développement paraissant

sant lié surtout à certaines aptitudes fonctionnelles. Le développement des lobes optiques paraît tout à fait indépendant de celui du cerveau. — MM. Hallion et Lequeux ont observé, sur le nouveau-né et le fœtus humain, que seule la moitié supérieure de l'intestin fournit de la sécrétine. — M. P. Halbron a provoqué la tuberculose pulmonaire expérimentale chez les cobayes par inoculation intrapéritonéale d'une émulsion de bacilles humains; il a obtenu une survie prolongée chez un nombre d'animaux relativement grand. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild signalent un cas d'urticaire chronique ayant cédé progressivement à la médication thyroïdienne et réapparaissant très atténué à la période menstruelle. — MM. L. Grimbart et E. Dufau différencient l'albumine de la substance mucoïde dans les urines au moyen d'une solution sirupeuse d'acide citrique, qui rend nébuleuses les urines à substance mucoïde, tandis que celles à albumine restent claires. — M^{lle} J. Lévy a étudié l'hémolyse des globules rouges par l'hydrate de fer colloïdal et par la saponine. L'hémolyse par le mélange des deux corps est moins active que par la saponine seule et plus active que par le fer seul. Le fer seul est absorbé d'abord rapidement, puis plus lentement par les globules; une fois fixé, il n'empêche plus l'action de la saponine. — MM. Ch. Achard et M. Aynaud montrent que, pour que les tissus se laissent imprégner par l'argent, il faut qu'il s'y forme un précipité argentin, que ce précipité noircisse à la lumière et soit suffisamment épais. Il importe aussi que les tissus ne soient pas trop inhibés d'albumine. — M. Ch. Féré a observé, dans plusieurs cas, des anses dans les lignes capillaires du talon; ces anses sont plus fréquentes chez les enfants que chez les adultes. — M. E. Fauré-Frémiet a étudié l'*Ophrydium versatile*, qu'il range parmi les *Vaginicolinae*. — M. G. Rosenthal indique une méthode de transformation progressive des microbes aérobies stricts en anaérobies facultatifs. — M. H. Iscovesco a constaté que le transsudat péritonéal physiologique ne contient en grande partie que les colloïdes positifs. Le liquide péritonéal normal ne peut pas coaguler spontanément, car il lui manque des globulines négatives pour former un caillot de fibrine. — MM. H. Iscovesco et A. Matza montrent que les colloïdes qu'on trouve à la fin d'une digestion pancréatique sont toujours électronégatifs, quel qu'ait été le type électrique des albuminoïdes initiaux. — M. E. Maurel a déterminé les doses minima mortelles de novallamarine pour quelques Vertébrés et par différentes voies.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Juin 1906.

M. M. Arthus montre que les accidents séro-analytiques qu'il a décrits chez le lapin ne résultent pas de l'action du précipité qui se forme dans l'organisme de l'animal injecté par suite du conflit de son plasma séro-précipitant et du sérum de cheval. — I. A. Billet décrit une forme hémogégarine que rend, dès les premières heures de son développement, le parasite de la fièvre quarte et qui l'éloigne nettement du parasite de la fièvre tierce. — Le même auteur a vérifié la présence de Protozoaires parasites dans le santon du Nil. — Enfin, M. Billet signale un cas de filaire de l'œil avec œdèmes intermittents, éosinophilie intense et hémomicrofiliaries. — M. Boinet a déterminé, par l'action des mêmes poisons artériels, de artério-sclérose et de l'athérome. L'athérome expérimental a consisté, tantôt en endartérite scléro-athéromateuse, tantôt en mésartérite calcifiante. — M. A. Briot a étudié les corps bruns des Holothuries; ils renferment un pigment de la catégorie des mélanines. — Le même auteur différencie l'*Holothuria tubulosa* de *H. Boli* par la coloration de leur pigment dissous dans l'alcool, celui de la première n'étant pas fluorescent, celui de la seconde ayant une fluorescence verte. —

Enfin, M. A. Briot a trouvé dans le liquide de la cavité générale et dans le tube digestif des Oursins un Turbellarié parasite, le *Syndesmus echinorum*. — M. Ch. Livon arrive à la conclusion que l'hypophyse du cheval, comme l'hypophyse de l'homme, du chien et du lapin, est un appareil glandulaire, fournissant une sécrétion qui doit se déverser dans le torrent de la circulation. — MM. Alezais et Peyron ont étudié la structure de l'organe parasymphatique de Zuckerkandl chez le jeune chien. — M. L. Bordas décrit la morphologie du tube digestif de la larve de l'Anthone du pommier.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 19 Juin 1906.

M. Haushalter signale un cas de nanisme achondroplasique chez une fillette de dix-neuf mois. — M. R. Collin a observé l'histolysse de certains neuroblastes au cours du développement du tube nerveux chez le poulet. — M. L. Mercier a trouvé un organisme à forme levure parasite du tissu adipeux de la Blatte. Il se reproduit par bourgeonnement, qui est très actif dans le sang. — MM. H. Robert et J. Parisot ont constaté une diminution notable des phosphates (surtout acides excrétés en vingt-quatre heures chez les parkinsoniens présentant du tremblement. — M. J. Parisot montre que la scopolamine produit, sur l'appareil neuro-musculaire de la grenouille, une hyperexcitabilité d'origine centrale pouvant aller jusqu'au tétanos, suivie de la perte de la réflexivité médullaire et de la paralysie des appareils terminaux.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 13 Juin 1906.

M. E. H. Amagat : Application de la loi des états correspondants aux chaleurs spécifiques. M. Amagat prend le cas de la chaleur spécifique sous pression constante et procède comme il suit : La relation :

$$C - C_0 = -AT \int_{p_0}^p \frac{\alpha^2 v}{d^2} dp = -AT \int_{p_0}^p \frac{1}{\varphi} p \, dp$$

permet de calculer la variation, à température constante T , de la chaleur spécifique entre les limites de pression p et p_0 . Si l'on construit une courbe en portant p en abscisses et $AT \frac{d^2 v}{d^2}$ en ordonnées, l'aire comprise entre l'isotherme ainsi obtenue, l'axe des p et les deux ordonnées correspondant à p et p_0 sera la variation $C - C_0$. Divisons maintenant l'aire en question en petites aires élémentaires $AT \frac{d^2 v}{d^2} \Delta v$; les dimensions

de ces petites aires seront $\frac{p v}{T}$. Répétons maintenant une construction analogue pour un autre fluide, suivant avec le premier la loi des états correspondants, sa température T' étant correspondante de T , les sommations étant faites entre des pressions p' , p'_0 correspondant à p et p_0 , et divisons également l'aire linie en petites aires élémentaires telles que $AT' \frac{d^2 v'}{d^2} \Delta p'$, Δp et $\Delta p'$ étant correspondants; d'après une loi établie par l'auteur, les petites aires élémentaires correspondantes ayant pour dimensions $\frac{p' v'}{T'}$ seront égales deux à deux si les formules sont rapportées aux poids moléculaires, et par suite les aires linies correspondantes seront égales. Si p_0 et p'_0 sont infiniment petits, nuls à la limite, les fluides seront à l'état de gaz parfaits, les ordonnées correspondantes des isothermes seront nulles; ces isothermes convergent donc vers l'origine; par suite, les aires comptées depuis l'origine jusqu'à p et p' seront égales, c'est-à-dire que les excès des chaleurs spécifiques moléculaires sur les valeurs qu'ont ces chaleurs spécifiques moléculaires à l'état de gaz parfait seront

égaux en des points correspondants; si donc les chaleurs spécifiques moléculaires à l'état de gaz parfait sont égales pour les deux fluides, les chaleurs spécifiques moléculaires en des points correspondants quelconques seront aussi égales. Ce sera le cas, par exemple, de gaz simples biatomiques, et en général de gaz de même complexité moléculaire suivant la loi des états correspondants. — M. A. Leduc rappelle qu'il a énoncé autrefois¹, comme principe expérimental, le théorème que M. Amagat vient de démontrer : « Pour les gaz qui obéissent à la loi des états correspondants, la capacité calorifique moléculaire, soit à volume constant, soit à pression constante, est la même pour les gaz de même atomicité pris dans des états correspondants. » Admettant, en outre, comme deuxième principe (au moins en ce qui concerne les gaz di- et tri-atomiques), que « la capacité calorifique moléculaire à volume constant est proportionnelle au nombre des atomes qui constituent la molécule », utilisant d'ailleurs ses propres déterminations, le volume moléculaire et quelques vitesses du son dans les gaz d'après Willner, M. Leduc a pu calculer un certain nombre de valeurs de C et du rapport $\gamma = \frac{C}{C'}$ pour divers gaz étudiés par divers expérimentateurs.

Malgré une approximation qui paraît d'ailleurs justifiée, et la difficulté notoire de ces expériences, l'accord est en général satisfaisant. — M. G. Darzens fait remarquer que l'égalité des chaleurs spécifiques à des états correspondants de deux fluides, faisant partie d'un même groupe, peut se déduire immédiatement d'un théorème beaucoup plus général, énoncé par lui, il y a déjà plusieurs années (*C. R.*, t. CXXIII, p. 940). Ce théorème peut s'énoncer de la manière suivante : La variation d'entropie moléculaire entre deux états est la même pour tous les fluides d'un même groupe lorsqu'on les compare à des états correspondants. — M. G. Berlemont : *Nouveau tube de Crookes à régulateur automatique*. Un des inconvénients de manipulation des tubes à rayons X est le réglage obtenu jusqu'à présent par des régulateurs différents reposant en général sur le chauffage; or, cette opération ne donne pas toujours les résultats attendus, soit que l'on chauffe trop, ce qui abaisse l'étincelle dans des proportions qui souvent rendent le tube trop mou, ou bien, le tube étant trop dur, on doit obligé de le chauffer continuellement pour le maintenir dans un état à peu près constant, ce qui constitue une manipulation peu pratique et ne donnant pas toujours le résultat voulu. Pour remédier à ces défauts, M. Berlemont a construit un modèle qui permet très simplement le réglage de la façon suivante : si le tube est jugé trop dur, on ouvre le robinet R dont le réservoir contient du coton mouillé; un courant d'air humide passe dans la canalisation et vient au contact de l'anode (celle-ci portée au rouge par le courant); par dissociation de l'eau sous l'action de la chaleur, il se produit de l'hydrogène qui, par osmose, passe au travers de l'anode et régénère le tube; il suffit ainsi de quelques minutes pour abaisser l'étincelle équivalente de 2 centimètres ou 3 centimètres; dès que l'on juge le tube à l'état voulu, on ferme le robinet R, et il se maintient dans un état presque constant pendant un temps assez long, jusqu'à une demi-heure de marche sans arrêt; le petit volume de gaz qui reste dans la canalisation empêche le tube de durcir.

Séance du 6 Juillet 1906.

M. H. Poincaré : *Réflexions sur la théorie cinétique des gaz*. La théorie cinétique des gaz présente encore de nombreux points obscurs, que les travaux de Gibbs et de Boltzmann n'ont pas encore entièrement éclaircis. Si l'on veut en faciliter l'étude, on peut envisager un problème analogue, mais plus simple; on peut supposer, par exemple, un gaz dont les molécules sont infiniment

petites et, par conséquent, ne se choquent pas et qui est enfermé dans un vase ayant exactement la forme d'un parallépipède rectangle. Le calcul peut alors le plus souvent être poussé jusqu'au bout, et permet de mieux se rendre compte des raisons de certaines contradictions apparentes. Supposons qu'un gaz étant enfermé dans un vase, on approche ou l'on éloigne de ce vase un corps mobile qui attire ce gaz. Quand le corps mobile sera revenu à sa position initiale, la température du gaz aura augmenté. Le raisonnement de Gibbs montre effectivement qu'il doit toujours en être ainsi, si les mouvements du corps mobile sont assez lents pour que le gaz ait le temps d'atteindre à chaque instant son équilibre. En est-il encore de même quand ces mouvements sont rapides et irréguliers? On peut le démontrer en faisant intervenir, au lieu de l'entropie grossière qui en est la somme : $\Sigma p \log p$, Σ , étendue à des éléments δ très petits mais non infiniment petits, l'entropie fine qui est l'intégrale-limite de cette somme quand ces éléments deviennent infiniment petits. Cette entropie fine, au lieu de diminuer comme l'entropie grossière, est constante; et l'on peut alors modifier le raisonnement de Gibbs, de façon qu'il soit applicable à des mouvements quelconques. — M. C. Tissot : *Détecteurs d'ondes électriques à gaz ionisés*. La mesure de la force électro-motrice efficace opérée au sommet d'une antenne réceptrice attachée à distance par une antenne accordée donne les valeurs de 4 à 5 volts à 1 kilomètre. Le calcul que l'on peut faire en partant des valeurs obtenues expérimentalement pour les périodes et les amortissements indique que les amplitudes correspondantes doivent atteindre 600 à 800 volts. On peut mettre, en effet, ces amplitudes en évidence par des moyens relativement grossiers. Un tube à vide (de Geissler), convenablement préparé, peut aisément être rendu lumineux quand on le dispose au sommet d'une antenne réceptrice attachée à distance. La luminescence s'obtient de même quand on intercale le tube à vide à la place habituelle du cohéreur, c'est-à-dire aux bornes des transformateurs de réception (jiggers), dont le principal objet est de transporter à la base de l'antenne le ventre de tension du sommet. La sensibilité du dispositif peut être notablement accrue si l'on crée dans le tube un champ auxiliaire en portant, à l'aide d'une batterie de petits éléments d'accumulateurs, les électrodes à une différence de potentiel très voisine de la différence de potentiel critique de décharge. On réussit à utiliser le phénomène à des mesures quantitatives en substituant à l'observation de la luminescence celle de la conductibilité du gaz traversé par la décharge oscillante. A cet effet, on munit le tube à vide de deux électrodes latérales parasites de large surface, que l'on intercale dans le circuit d'une force électro-motrice continue et d'un galvanomètre. Le courant auxiliaire qui passe quand le gaz est ionisé par la décharge est une fonction complexe de la différence de potentiel entre les électrodes principales. Comme il va en croissant dans le même sens que l'amplitude, il est néanmoins susceptible de fournir des valeurs comparables tant que les décharges conservent des formes peu différentes, ainsi que cela a lieu en général dans les applications de la télégraphie sans fil. L'effet du dispositif n'est pas tout à fait le même selon que l'on s'en sert sans champ auxiliaire, ou avec champ sensibilisateur. Dans le premier cas, il se comporte comme un autodecohérent, tandis qu'on peut l'amener, dans le deuxième cas, à agir comme une véritable soupape. L'amortissement de l'oscillation se traduit alors par le fait que l'évidiation galvanométrique est plus grande ou plus petite selon le sens de la première demi-oscillation. L'effet Edison donne aussi le moyen (comme l'a indiqué tout d'abord M. Fleming de réaliser une soupape à gaz ionisé par des courants de haute fréquence. L'auteur a effectué un certain nombre d'expériences avec un dispositif permettant d'utiliser le phénomène. Le dispositif est plus sensible et de montage plus facile que celui du tube à vide. Mais, bien que

¹ Annales de Chimie et de Physique, 7^e série, t. XVII, p. 497.

Le phénomène mis en jeu présente une apparence plus simple, il n'a pas donné des résultats aussi comparables que celui qui a été décrit ci-dessus. Outre qu'il se produit d'une expérience à l'autre de notables variations du régime d'émission du filament, il est à peu près impossible d'utiliser un régime dans lequel l'amplitude du potentiel soit sensiblement proportionnelle au courant indiqué par le galvanomètre. — d. G. Urbain rappelle brièvement ses recherches intérieures sur la phosphorescence cathodique (voir p. 703). Puis il étudie plus spécialement la phosphorescence des chlorophanes, qui présentent au spectroscopie les bandes étroites. L'attribution des bandes spectrales a été faite à l'aide d'une méthode particulière d'analyse et contrôlée par des synthèses partielles et approximatives de fluorures phosphorescentes. 1° *Analyse*. En attaquant les fluorures par l'acide sulfurique, on obtient des sulfates de chaux phosphorescents. Le spectre du sulfate de chaux de la chlorophane ne renferme que les bandes observées dans le sulfate de chaux dysprosifère. Il renferme en particulier la *bande citron*, que sir W. Crookes attribue tantôt à l'yttrium, tantôt à un élément inconnu, qui est identique au dysprosium. Le sulfate est transformé ensuite en carbonate par digestion avec l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque. La calcination des carbonates donne l'oxyde. Le spectre de la chaux de la chlorophane a présenté nettement les bandes visibles suivantes :

λ	Element
587.7	faible, diffuse
585.5	étroite, forte
571	faible, étroite
554	forte, diffuse
de 532 à 548	très forte, diffuse
de 554 à 539	forte, diffuse
	Terbium

La chaux de la fluorine montre, en outre, nettement les bandes suivantes du samarium :

616	assez forte
605	moyenne, diffuse
576.2	moyenne, diffuse

2° *Synthèse*. Du fluorure de calcium pur a été additionné soit de samarium, soit d'euporium, soit de terbium, soit de dysprosium. Après plusieurs tentatives dans le but de faire cristalliser ces fluorures amorphes, l'auteur s'est borné à les faire fondre par la chaleur. On obtient par le refroidissement des masses présentant les parties confusément cristallines, qui, examinées dans le tube à vide, donnent de vives phosphorescences dont les bandes se superposent presque exactement aux diverses bandes que présentent soit la chlorophane, soit la fluorine de Ilernant. La phosphorescence de ces fluorures doit donc bien être attribuée aux terres rares dont la présence a été établie par la méthode d'analyse spectrale précédemment décrite. L'auteur montre à la Société des spécimens des diverses phosphorescences cathodiques que donnent les substances naturelles ou artificielles examinées au cours de ce travail, qu'il se propose de poursuivre :

*Phosphorescence cathodique de la chlorophane.
Spectre aisément visible.*

λ	Attribution des bandes
de 608 à 605	faible
de 590 à 587	forte
de 585 à 582	assez forte, diffuse
de 579 à 577	forte
de 574.5 à 571	forte, diffuse
de 568.5 à 566	assez forte
de 562 à 559	faible
de 554 à 552	assez forte
de 551.5 à 550	assez forte
de 548 à 545	moyenne
de 541.5 à 539	très forte
de 495 à 493.5	forte
	Samarium
	Dysprosium
	Dysprosium
	Dysprosium
	Dysprosium
	Samarium?
	Samarium
	Terbium
	Terbium
	Terbium
	Terbium
	Terbium
	Dysprosium

Cette étude permettra d'interpréter les phénomènes observés autrefois par M. Becquerel avec certaines fluorures, soit quand on les chauffe, soit quand on les introduit dans le phosphoroscope.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 5 Avril 1906 (suite).

M. Ch. Bolton a étudié l'action physiologique d'un poison de fleche africaine récemment découvert. Ce poison provenait d'une « maison de médecine », à Ghasi, sur la Congola, dans la Nigeria du Nord. Le poison choisit le tissu musculaire pour son action, et il n'y a pas de preuve qu'il produise un effet quelconque sur le système nerveux central ou périphérique. Il paralyse les muscles volontaires et provoque la mort par une action directe sur le tissu musculaire du cœur. Le premier effet du poison, chez le lapin, est de stimuler directement les tuniques musculaires des artères, ce qui produit une élévation de la pression artérielle. Cette augmentation de pression excite le centre vague dans la moelle et provoque un ralentissement du rythme du cœur, en même temps qu'une légère chute de la pression sanguine artérielle. L'irritabilité du muscle du cœur est fortement accrue, et bientôt le vague ne peut plus la tenir en échec, de sorte que le rythme du cœur s'accélère et que la pression sanguine s'élève à un niveau plus haut que lorsque l'inhibition du vague est surpassée. Il est, cependant, probable que le principal facteur qui maintient cette haute pression sanguine est la constriction des vaisseaux périphériques. Le rythme du cœur devient plus rapide, des irrégularités apparaissent, et finalement le cœur tombe dans le *delirium cordis* et s'arrête en diastole. Lorsque le cœur faiblit, la pression sanguine tombe plus ou moins rapidement, sa chute étant interrompue par des élévations durant lesquelles le cœur se remet temporairement. La chute finale de la pression sanguine est due entièrement à la faiblesse du cœur, les tuniques musculaires des artères étant capables de répondre à la stimulation jusqu'à la fin. Tout effet sur la circulation est secondaire à l'effet sur le système vasculaire. La convulsion finale est également secondaire et n'est pas due à l'action directe du poison. Chez la grenouille, l'action du poison se manifeste également sur le tissu musculaire du cœur et les muscles volontaires, en conduisant à une paralysie graduelle. Le poison agit atoniquement sur le tissu musculaire, comme l'acide lactique et les sels de potasse, en diminuant sa conductibilité.

Séance du 10 Mai 1906.

M. M. W. Travers étudie la loi de distribution dans le cas où l'une des phases d'un système possède de la rigidité mécanique; ce cas embrasse les phénomènes dits d'*occlusion* et d'*absorption*. Les expériences de l'auteur ont porté sur l'absorption des gaz hydrogène et anhydride carbonique par le platine, le palladium et le carbone. Les relations entre la pression et la concentration sont représentées par la formule $\sqrt{p}/x = \text{constante}$, où p est la pression du gaz correspondant à la concentration x dans la phase solide, et n augmente lorsque la température s'abaisse. La valeur de n dans l'expression générale, à une température donnée, augmente avec la complexité moléculaire du gaz ou de la substance en solution. — M. J. W. R. Dunstan et Mout Jones : Une variété de thorianite de Galle (Ceylan). On a trouvé que des spécimens de thorianite du district de Galle (Ceylan) contiennent de 38,84 % à 63,36 % de thorianite, associée avec 32,7 % à 27,9 % d'oxyde d'uranium. La thorianite ordinaire du district de Balangoda contient 78,98 % de thorianite et 13,40 % d'oxyde d'uranium. Les auteurs attirent l'attention sur le remplacement réciproque du thorium et de l'uranium dans le minéral; ils concluent que les oxydes des deux

éléments sont présents en un mélange isomorphe et ne sont pas chimiquement combinés.

Séance du 17 Mai 1906.

Sir Norman Lockyer et F.-E. Baxandall : *Sur quelques étoiles possédant un spectre particulier*. Ce Mémoire traite de quelques étoiles dont le spectre présente certaines particularités qui les différencient des types communs. Les plus importantes de ces étoiles sont α Andromedae, θ Aurigae, α Canum Venaticorum, et γ Ursae Majoris. Elles sont toutes sur le côté descendant de la courbe de Kensington de la température stellaire, les trois premières étant du type markabien et la dernière du type sirien. Il est donné une courte description du spectre de chacune de ces étoiles. Shipher, de l'Observatoire Lowell, a trouvé récemment que α Andromedae est une binaire spectroscopique ayant une période d'environ cent jours. Avant cette découverte, une étude des divers spectres de Kensington de α Andromedae, pris entre 1900 et 1904, paraissait indiquer de faibles changements dans l'intensité relative, dans la position et dans la définition de quelques lignes des divers photographies. Cependant, il ne semble pas qu'il y ait quelque régularité dans ces changements, soit dans les lignes elles-mêmes, soit dans la façon dont elles sont affectées, de sorte qu'il n'a pas été possible d'expliquer leur signification réelle. Il est nécessaire d'obtenir de nouvelles photographies pour prouver si les changements dans le spectre ont un rapport avec la période établie par Shipher. Le spectre de α Andromedae présente aussi une série de lignes étranges bien marquées, qui ne se produisent dans aucun autre spectre céleste et pour lesquelles l'enregistrement des spectres terrestres ne donne aucune lumière quant à leur origine. θ Aurigae et α Canum Venaticorum possèdent plusieurs lignes étranges identiques dans les deux spectres, mais entièrement différentes des lignes étranges de α Andromedae. On n'a trouvé aucun équivalent terrestre pour ces lignes stellaires. Dans γ Ursae Majoris, les principales déviations du type sirien sont l'affaiblissement des lignes du silicium (groupe II) et le renforcement des lignes chargées du chrome.

MM. E.-P. Perman et J.-H. Davies : *Quelques constantes physiques de l'ammoniac*; étude de l'effet du changement de température et de pression sur un gaz facilement condensable. 1° On a trouvé que la densité de vapeur de l'ammoniac à 0° est de 0,779.85 (masse de 1 litre en grammes, à la latitude de 45°); les résultats précédents obtenus par Guye étaient de 0,7708 et par Leduc de 0,7749; 2° Lorsque l'ammoniac et le récipient en verre sont soigneusement desséchés, il ne se produit aucune absorption appréciable d'ammoniac par le verre, ni aucune condensation d'ammoniac sur la surface du verre; 3° D'après des déterminations de densité à différentes températures, on déduit que le coefficient d'expansion de l'ammoniac est de 0,003,914 entre 0° et -20° et de 0,003,847 entre 0° et 100°; 4° D'après la détermination de Rayleigh sur la compressibilité de l'ammoniac et d'après la valeur de l'auteur pour la densité, il a été calculé que le poids moléculaire de l'ammoniac est 17,030, et le poids atomique de l'azote de 14,007; 5° Incidemment, la densité de l'air exempt de vapeur d'eau et d'acide carbonique a été évaluée à 1,2920 (latitude 45°); 6° On a découvert que la déviation de la loi de Dalton pour un mélange de volumes d'air et d'ammoniac approximativement égaux est d'environ 1 %; 7° Le coefficient de pression de l'ammoniac a été déterminé, la pression étant atmosphérique, à 15°. Entre 0° et -20°, le coefficient est 0,004,003, et entre 0° et 98° il est 0,003,802. La détermination de la pression de vapeur de l'ammoniac liquide a été répétée à des températures plus basses, en employant de l'ammoniac pur, dans le but d'obtenir une valeur exacte de son point d'ébullition. D'après les résultats, le point d'ébullition de l'ammoniac liquide à une pression de 760 millimètres est de -33°,5 C.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Juin 1906.

M. A. A. C. Swinton : *Effet du radium facilitant la décharge électrique visible dans le vide*. L'auteur a constaté que, dans un tube à cathode recouverte de radium, actionné par un courant continu à 400 volts, le radium ne facilite pas la production d'une décharge lumineuse. Si la cathode enduite de radium est chauffée au rouge, la production de la décharge lumineuse est, au contraire, très facilitée. La seule présence du radium est donc insuffisante pour produire l'effet; en outre, la décharge visible ne peut passer que dans la direction qui fait de l'électrode enduite de radium la cathode; le tube agit donc comme soupape unidirectionnelle. Lorsqu'on emploie des courants alternatifs, on peut obtenir une décharge visible dans les tubes à cathode enduite de radium avec 100 volts de moins environ que dans les tubes à électrode ordinaire. — M. T. A. Vaughton : *Effet de l'étincelle électrique sur l'actinisme des métaux*. L'auteur a constaté que l'étincelle électrique a une influence remarquable sur l'actinisme de certains métaux, tels que Al, Cd, Zn, Mg, qui peuvent agir sur une plaque photographique. L'altération (augmentation ou diminution) dure plusieurs mois; elle est superficielle et peut être détruite en frottant la surface du métal avec du papier d'éméri. On prend une plaque du métal comme électrode négative et une pointe d'un autre métal comme électrode positive et on fait jaillir l'étincelle entre les deux. Sur les plaques d'Al, Ni, Mg et Sn, les taches produites par l'étincelle sont plus actives que le reste de la plaque; sur les plaques de Zn, Cd, Pb et Bi, les taches ne sont pas aussi actives. — M. P. E. Shaw : *La tension diélectrique des pellicules minces de liquide*. L'auteur a étudié les substances suivantes : huiles d'olive, de ricin, de lin, de colza, de fusel, de foie de morue, de pied de bœuf, térébenthine, paraffines, huile de transformateur, etc., par la méthode des longueurs d'étincelles sous différents voltages. Les meilleurs isolateurs sont la paraffine et l'huile de transformateur. — M. W. H. Eccles : *Effet des oscillations électriques sur le fer dans un champ magnétique*. L'auteur montre que le changement de tension polaire d'une pièce de fer doux placée dans un champ magnétique et soumise à l'action d'oscillations électriques est, en chaque point d'un cycle, toujours tel qu'il déplace le point représentatif du diagramme des III vers la ligne centrale de la boucle d'hystérésis.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Juin 1906.

MM. F. B. Power et F. Tutin ont déterminé les constituants de l'huile essentielle des fruits de *Pittosporum undulatum* (huile jaune pâle, $D = 0,8615$; $n_D^{20} = 1,474$); d -pinène (4 %); d -limonène (75 %); éthers des acides valérique, formique, et autres, en faible quantité; sesquiterpène optiquement inactif, E_b 263°-264°, $D = 0,910$ (15 %); acide palmitique; une trace d'un phénol non déterminé. — MM. J. T. Hewitt et H. V. Mitchell ont copulé le chlorure de p -nitrobenzénediazonium avec le 1-bromo-2-naphthol en solution alcaline; le produit résultant, débarrassé des halogènes, est le p -nitrobenzène-azo-3-naphthol. L'atome de Br a donc été déplacé par le groupe benzoïque; cette réaction est générale. — MM. O. Silberrad et R. C. Farmer ont trouvé, comme produits de décomposition de 100 kilos de nitro-cellulose gélatinisée conservée pendant vingt-trois semaines à 54°-55° dans une atmosphère humide : du nitrate et du nitrite d'éthyle, de l'alcool éthylique, les acides nitrique et nitreux, de l'ammoniac, les acides formique, acétique, butyrique, dihydroxybutyrique, oxalique, tartrique, isosaccharique et hydroxypyruvique, et des hydrates de carbone. — MM. O. Silberrad et W. S. Simpson ont analysé des boulets et de

la poudre à canon, datant de 1644, trouvée au château de Durham. Les boulets sont des sphères contenant 99,17 % de Pb, un peu de Fe et Ag, et des traces de Bi, As et Sb. La poudre est de la poudre noire, contenant du nitrate de potassium, du charbon et du soufre dans les proportions employées aujourd'hui pour cette poudre. — M. M. Taylor a étudié l'action du sodium et du méthylodure de magnésium sur l'acétone. Les résultats montrent que l'acétone ne se comporte pas, vis-à-vis de ces deux agents, comme de l'alcool isopropylique $\text{CH}_3\text{C}(\text{OH})\text{CH}_3$: CH_3 , et qu'elle ne contient aucun H directement remplaçable par Na dans les conditions observées. — M. G. T. Morgan et M^{lle} F. M. G. Micklethwait, par l'étude de l'action de l'acide nitreux sur les benzènesulfonamino-benzylamines $\text{AzH}^+\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{SO}_3^-\text{CH}_3$, $\text{AzH}^+\text{SO}_3^-\text{CH}_3$, montrent que les diazomides peuvent être obtenues avec les composés ortho et méta, mais non avec l'isomère para. — MM. G. T. Morgan et A. Clayton ont obtenu avec le *s*-diméthyl-4-6-diamino-*m*-xylène une dinitrosamine qui, traitée par le chlorure de *p*-nitrobenzénediazonium, donne naissance à une petite quantité de composé aminoazoïque $\text{AzO}^+\text{C}_6\text{H}_4\text{Az}^+\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2\text{AzH}^+\text{CH}_3$, F. 218°. — M. Ph. Blackman indique les résultats qu'il a obtenus avec son appareil modifié pour la détermination des poids atomiques.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 26 Avril 1906.

MM. F. E. Lott et C. G. Matthews étudient l'emploi de la levure pressée à la préparation de matières alimentaires. Celles-ci possèdent, en général, une valeur nutritive supérieure à celle de la plupart des extraits de viande. La levure est également utilisée comme aliment pour les animaux (avec adjonction de grains) et comme engrais végétal (avec adjonction de gypse ou de chaux).

Séance du 16 Mai 1906.

M. W. C. Hancock a fait quelques observations de température pendant la cuisson des briques en argile réfractaire. La température du four reste pendant de longues heures stationnaire à 500°, ce qui indique une absorption de chaleur due à la déshydratation de l'argile. Puis la température monte tranquillement jusqu'à 1.000°. — M. A.-H. Hiorns a étudié l'influence de certains éléments sur la structure et les propriétés du cuivre. Quand la quantité de l'élément (As, Sb, P, Bi et Pb) est moindre que 1 %, le point de solidification du Cu est abaissé, le plus avec P, le moins avec Pb, ce dernier n'ayant aucune tendance à former un composé chimique avec Cu; l'affinité chimique entre un élément et Cu abaisse donc le point de solidification en proportion de son intensité. En composé se forme avec 14 % de P, avec 28,3 % d'As et avec 38,5 % de Sb. Les composés chimiques des métaux étant invariablement des corps cassants, la présence d'un constituant fragile dans l'alliage tend à diminuer la malléabilité et le rend plus dur en proportion de sa quantité. On n'a trouvé aucun composé chimique permanent de Bi et Cu; mais, quand le cuivre est lentement refroidi, de faibles globules de bismuth se séparent, interrompant la continuité des cristaux de cuivre et diminuant la malléabilité de la masse. Il en est de même pour le plomb, qui diminue la ténacité.

SECTION DE LONDRES

Séance du 21 Mai 1906.

M. Ph.-A. Guye : Le problème électrochimique de la fixation de l'azote.

Séance du 11 Juin 1906.

M. R. Robertson a étudié les procédés de purifica-

tion et de stabilisation du coton-poudre. Pour l'élimination des impuretés, et l'obtention rapide d'un produit stable, l'ébullition dans l'acide dilué au commencement du processus est supérieure au traitement alcalin. Cette ébullition acide ne doit pas être trop abrégée, sinon l'élimination des impuretés en sera rendue difficile.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 20 Avril 1906.

M. A.-H. Sabin communique ses recherches sur l'oxydation de l'huile de lin; il a vérifié le fait que l'oxygène qui a passé sur une première couche d'huile a perdu en grande partie le pouvoir d'oxyder une seconde couche d'huile dans un récipient voisin; ce fait est peut-être dû à l'enlèvement de l'ozone. — M. R. W. Moore a fait l'analyse d'un grand nombre d'échantillons de jalaps du commerce; sur 276, 15 seulement contenaient 11 % de résine ou plus; la moyenne de la teneur a été de 5,93 %. — Le même auteur a analysé aussi de nombreux échantillons d'assa foetida, 16 % seulement contenaient plus de 50 % de résine; la teneur moyenne a été de 31,45 %.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 18 Juin 1906.

MM. O. Silberrad, H. A. Phillips et H. J. Merriman décrivent une méthode pour la détermination directe de la nitroglycérine dans la cordite. La cordite est extraite par l'éther et l'extractif étheré est saponifié par l'éthylate de soude; les produits de saponification sont réduits par le fer et le zinc en solution sodique, et tout l'azote est transformé en ammoniacal, qui est distillé et titré.

* ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES DE COPENHAGUE

Mémoires présentés en 1906.

M. Adam Paulsen résume ses études sur les récentes théories de l'aurore boréale. Dès 1894 et 1895, l'auteur, ayant démontré que les rayons auroraux possèdent des propriétés analogues aux rayons cathodiques, avait émis l'hypothèse que ce phénomène est produit par une luminescence due à ce que l'atmosphère absorbe des rayons cathodiques qui prennent naissance dans les couches atmosphériques supérieures. Depuis, des séjours faits en Islande et au Groenland lui ont offert une nouvelle occasion d'étudier ces phénomènes. Avant d'exposer ses vues actuelles sur ce sujet, il donne un résumé et une critique des nouvelles théories sur l'aurore polaire qui ont été proposées durant ces dernières années par MM. Birkeland, Arrhenius et Nordmann respectivement. Toutes ces théories s'accordent en ce que les rayons auroraux y sont considérés comme une luminescence produite par l'absorption de rayons cathodiques dans l'atmosphère, mais aucune d'elles, comme le fait voir l'auteur, n'explique les caractères généraux des phénomènes sans se heurter à de graves difficultés. Voici l'hypothèse fondamentale qu'à la suite de ses voyages d'exploration l'auteur se croit fondé à formuler : La cause de l'aurore boréale résiderait dans une ionisation et une électrisation négative excessives des couches supérieures de l'atmosphère au-dessus de la zone de maximum de l'aurore; cette altération de l'air se renouvellerait chaque jour en commençant aux limites de l'atmosphère. Cette hypothèse permet d'expliquer tous les caractères généraux de l'aurore boréale, ainsi que son action sur le champ magnétique. En se basant sur elle et en commençant par les phénomènes tels qu'ils se présentent dans les régions arctiques, l'auteur donne une explication satisfaisante de leur mécanisme. — M. A. Lehmann présente un Mémoire sur les concomitants physiologiques des états psychiques. Les modifications des fonctions végétatives accompagnant les émotions ont

¹ Voir la Revue du 15 janvier 1906.

été observées déjà par les Anciens, d'une façon il est vrai assez vague. Aussi faut-il arriver à des époques beaucoup plus rapprochées de la nôtre pour trouver les premières études scientifiques de ces phénomènes. La conception de Spinoza, qui n'admet pas la possibilité d'une influence exercée par les états physiologiques qui caractérisent les émotions, sur l'état psychique concomitant, a été adoptée aussi par Darwin. Ce n'est qu'en 1884 et en 1885 qu'une nouvelle théorie des émotions a été émise par W. James et C. Lange. D'après l'hypothèse formulée indépendamment par l'un et l'autre de ces deux savants, l'émotion serait déterminée par des modifications subies par le corps. L'élément émotif des sensations se réduirait à n'être qu'une résultante de sensations organiques. Dans le but d'acquiescer, sur les modifications du corps dont s'accompagnaient les émotions, des notions plus précises que celles qu'on obtient par l'observation clinique, l'auteur, dès 1890, commença des expériences où il enregistrait simultanément la respiration et les changements de volume du bras pendant une série d'émotions artificiellement provoquées. Voici les premiers résultats ainsi trouvés : Les excitations agréables déterminent une augmentation du volume du bras et de l'amplitude du pouls, tandis que celles qui ont un caractère douloureux produisent un effet inverse. Dans des expériences plus récentes, entreprises avec un dispositif perfectionné, l'auteur vérifie les résultats précédents, tout en les modifiant comme suit : Toute sensation décidément agréable s'accompagne d'une augmentation du volume du bras et d'une pulsation plus ample, le plus souvent aussi d'un ralentissement du pouls ; ce dernier phénomène n'est, cependant, pas tout à fait constant. Les excitations franchement désagréables, d'autre part, déterminent une diminution du volume du bras aussi bien que de l'amplitude du pouls, et ordinairement une accélération du cœur. L'auteur constate, en outre, qu'il n'y a pas que l'élément émotif qui détermine les réactions physiologiques : Toute sensation agréable ou pénible qui n'entraîne pas un effort particulier d'attention est, en effet, accompagnée d'une diminution passagère du volume et d'un ralentissement du pouls. Par contre, tout travail intellectuel, qui excite fortement l'attention sans pour cela s'accompagner d'un élément émotif marqué, provoquera, à côté d'une diminution passagère, mais considérable, de volume, une accélération du pouls qui durera aussi longtemps que l'effort psychique. En dernier lieu, l'auteur a étudié la question de savoir si une excitation donnée détermine toujours telle réaction normale, même si l'attention de l'individu est occupée ailleurs ou si la personne en expérience est soit hypnotisée, soit plongée dans une narcose due au protoxyde d'azote. Or, il résulte des expériences de M. Lehmann que, dans le premier et le troisième des cas précités, les réactions font défaut toutes les fois que la sensation n'a pas été perçue. Dans le cas des hypnotisés, la nature de la réaction est déterminée exclusivement par la suggestion que subit l'individu. D'une façon générale, on peut dire que les modifications organiques qui accompagnent normalement certains états psychiques sont des réflexes des centres supérieurs, déterminant toujours des processus psycho-physiologiques et ayant tous ceci de commun que c'est le processus central, et non la qualité ni l'intensité de l'excitation, qui détermine la nature du réflexe. L'auteur incline à croire que les modifications de circulation sont utiles à la régulation du sang affluant au cerveau ; elles serviraient à régler les échanges organiques d'après le travail accompli par l'organe central. Il traite ensuite la question d'une mesure des processus psycho-physiologiques. La loi de Fechner, suivant laquelle l'intensité de la réaction serait fonction de celle de l'excitation, n'avait pas encore été vérifiée, même approximativement, en raison des perturbations dues à l'action simultanée de plusieurs excitations qu'on était forcé de faire intervenir en même temps que l'excitation

à déterminer. On aurait dû, en effet, tenir compte des effets de contraste, de succession, etc. Or, c'est ce que l'auteur a essayé de faire. Il a confirmé d'abord la loi suivant laquelle la diminution relative d'un travail musculaire exécuté en même temps qu'un travail mental d'une difficulté donnée est constante ; la fatigue musculaire éprouvée est sans importance. M. Lehmann énonce ensuite l'hypothèse suivante : Toute excitation reçue par une extrémité de nerf périphérique détermine une dissociation de la substance biogène ; il s'établit une différence de concentration, en d'autres termes une force électromotrice, grâce à laquelle le processus de dissociation ira se propageant dans le nerf conducteur jusqu'à ce qu'il arrive à l'organe central, où se produira également une chute de potentiel provoquant un afflux d'énergie vers le centre en activité. D'après la seconde loi de l'énergétique, la quantité d'énergie transformée, $\frac{1}{p}$, dépendra de la diminution proportionnelle des différences de potentiel, de sorte que nous aurons :

$$\frac{1}{p} = \frac{U - u}{U},$$

en représentant par U le potentiel primitif, et par u celui qui est déterminé par le processus. L'auteur vérifie encore les lois d'inhibition et de débilement, constatant partout un accord remarquable entre l'expérience et les formules théoriques. Il fait observer que les phénomènes psychiques qui provoquent une inhibition étendue sont toujours accompagnés d'une accélération du pouls, tandis qu'à ceux qui fraient le chemin aux autres correspond un pouls moins fréquent. D'accord avec M. Berger, il adopte l'opinion suivant laquelle les modifications de circulation qui accompagnent les divers états psychiques seraient des réactions utiles qui assurent l'intégrité des centres nerveux en fonction. — M. F. Petersen présente les résultats de ses recherches sur le pouvoir réactif de certains acides en solution alcoolique. La formation de chlorure d'éthyle, à partir de l'acide chlorhydrique en solution étendue d'alcool éthylique, a lieu à 100 degrés à une vitesse modérée et d'accord avec l'équation déduite de la loi des effets de masse, pour une réaction du premier ordre. Dans l'alcool méthylique, au contraire, le processus est intermédiaire entre les ordres premier et second, sans satisfaire aucune des équations caractéristiques de ceux-ci. L'addition d'eau diminue dans de fortes proportions la vitesse de réaction dans l'un et l'autre de ces deux cas. En déterminant la vitesse de réaction dans l'éthérification des cinq acides gras suivants : acides acétique, propionique, butyrique, isobutyrique et valérique, dans un grand excès d'alcool méthylique, on emploie comme catalyseur une addition en faible quantité d'acide chlorhydrique. Le processus d'éthérification de ces acides à lieu, dans un grand excès d'alcool éthylique, suivant les lois régissant les réactions du premier ordre, de façon à permettre la détermination du rapport des constantes de réaction de ces cinq acides. Ces constantes sont très différentes les unes des autres ; leur ordre, à une exception près, est le même dans les deux alcools. En déterminant la décomposition partielle des sels de sodium des acides gras par l'acide di-chloracétique en solution d'alcool éthylique, on trouve des constantes de réaction sensiblement égales pour chacun des cinq acides en expérience. Lorsqu'on fait agir une molécule d'acide di-chloracétique sur une molécule des sels de sodium des acides gras en solution éthylalcoolique, l'on décompose environ 95,4 % de l'un quelconque de ces cinq sels.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Gabriel Oltramare. — La Suisse a perdu, le 10 avril dernier, l'un de ses savants les plus distingués en la personne de M. Gabriel Oltramare, professeur honoraire de l'Université de Genève.

Oltramare était né à Genève le 19 juillet, 1816; il avait donc atteint sa quatre-vingt-dixième année, comme le mathématicien genevois Simon l'Huilier, l'un de ses prédécesseurs à l'ancienne Académie. Après avoir passé successivement par le Collège et l'Académie, il partit pour Paris, sur le conseil de Sturm. Recu licencié es sciences mathématiques en Sorbonne, en 1840, il ne tarda pas à entrer en relations scientifiques avec les plus illustres mathématiciens français de l'époque, notamment avec Cauchy, Poisson et Arago. Il interrompit son séjour à Paris durant un an, en 1843, pour aller en Egypte, où il était appelé à diriger l'éducation d'Achmet Pacha, fils d'Abraham Pacha.

Rentré à Genève en 1848, Oltramare était nommé, le 18 novembre de la même année, professeur de Mathématiques supérieures à l'Académie. Il occupa cette chaire sans interruption jusqu'à la fin du semestre d'été 1900. Son enseignement comprenait l'Algèbre, la Géométrie analytique, la Géométrie descriptive, le Calcul différentiel et intégral et le Calcul des probabilités. Doué d'une remarquable énergie, qu'il a du reste conservée jusqu'aux derniers jours de sa vie, il savait intéresser ses auditeurs par un enseignement vivant et une bonne méthode de travail.

Les travaux de G. Oltramare appartiennent principalement aux domaines de la Théorie des nombres, de l'Algèbre et de l'Analyse. Tous sont empreints d'une grande originalité. Ce sont d'abord des recherches sur le calcul des résidus publiées dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences de Paris et dans les *Mémoires des Savants étrangers*, en 1841. Puis viennent, de 1843 à 1856, une série de travaux d'un grand intérêt sur la Théorie des nombres (*J. de Crelle, Mem. de l'Inst. nat. genevois*); le plus important est sa « Note sur les relations qui existent entre les formes linéaires et les formes quadratiques des nombres premiers » (*J. de Crelle*, 1855). Parmi les études d'Algèbre et d'Analyse, nous nous bornerons à signaler celles qui se rattachent

à un calcul imaginé par lui en 1883 et auquel il attachait une grande importance. « Son calcul de généralisation » est basé sur les propriétés d'une opération symbolique G, qu'il nomme la *généralisation*. Bien qu'elle ne réponde guère aux exigences de rigueur modernes, cette méthode peut, dans certains cas, fournir un précieux auxiliaire, principalement dans la détermination des intégrales et dans l'intégration des opérations différentielles. Un grand nombre de recherches ont été publiées, entre autres, dans les *Comptes rendus* de l'Association française pour l'avancement des sciences. Développées et perfectionnées dans la suite, elles ont été réunies sous le titre d'« Essai sur le calcul de généralisation » (1^{re} édit., Genève, 1893; 2^e édition, Paris, 1899).

En reconnaissance des services rendus à la Science, Oltramare avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur; il était président honoraire de la Section des Sciences naturelles et mathématiques de l'Institut national genevois.

H. Fehr,

Professeur à l'Université de Genève.

§ 2. — Astronomie

Un Annuaire astronomique. — Le Comité de Bibliographie et d'Etudes astronomiques de l'Observatoire royal de Belgique a entrepris de publier une liste des observatoires et des astronomes du monde entier.

Une demande, sous forme de questionnaire, accompagnée d'un modèle de réponse relatif au Service astronomique de l'Observatoire d'Uccle (Belgique), a été adressée à tous les directeurs d'observatoires.

La liste comprendra aussi les astronomes libres (professeurs d'Université, amateurs, etc.), qui ne sont attachés à aucun observatoire, mais qui s'occupent activement de recherches célestes.

Les renseignements parvenus déjà au Comité permettront de donner non seulement une liste des observatoires, avec leurs coordonnées géographiques et les nombres du personnel, mais aussi un véritable tableau de l'activité astronomique dans le monde entier, grâce aux indications concernant les instruments dont chaque établissement dispose, les recherches auxquelles il se livre et les travaux qu'il publie.

Le Comité fait appel aux directeurs d'observatoires

auxquels la demande ne serait pas parvenue ou qui n'auraient pas encore envoyé leur réponse, ainsi qu'aux astronomes libres, et les prie d'envoyer les indications mentionnées ou de signaler toute omission, le plus tôt possible, au directeur du Comité: M. le Prof. Dir. P. Stroobant, astronome à l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle (Belgique).

L'agrandissement et la proximité apparente de la Lune à l'horizon. — M. Ed. Claparède vient de consacrer, à cette question depuis longtemps discutée, un intéressant travail¹ sur lequel nous croyons utile d'attirer l'attention.

La dimension des astres, notamment celle de la Lune, paraît plus grande à l'horizon qu'au zénith. Or, à l'horizon, les astres sont plus éloignés d'un rayon terrestre de l'observateur. La Lune, dont la distance au centre de la Terre est de 60 rayons terrestres, n'est éloignée de l'observateur que de 59 de ces rayons lorsqu'elle brille au zénith. Elle devrait donc y apparaître plutôt légèrement grossie.

Aristote et Ptolémée attribuent cet agrandissement à la réfraction par les couches atmosphériques que les rayons doivent traverser lorsqu'ils apparaissent à l'horizon. Si l'on mesure les astres par des moyens purement physiques (mensuration télescopique, photographie), on constate que la dimension ne décroît pas en passant de l'horizon au zénith. La réfraction atmosphérique a, au contraire, pour effet de rapetisser de plusieurs minutes le diamètre vertical de la Lune à l'horizon, qui apparaît alors comme elliptique.

Gassendi (1642) fit appel à la dilatation pupillaire. Les astres étant moins lumineux à l'horizon, la pupille se dilate davantage, et leur image rétinienne est agrandie. Cette hypothèse n'est pas confirmée par l'Optique. Elle pourrait être exacte, en très petite partie, pour les amétropes forts.

Molineux (1687) et, après lui, Helmholtz créent la théorie de la comparaison. La Lune semble plus grosse à l'horizon parce qu'elle apparaît derrière des arbres, des maisons ou des objets terrestres avec lesquels nous la comparons. La Lune étant vue sous le même angle que ces objets, mais située plus loin, nous la considérons comme bien plus grande.

On peut faire à cette théorie les objections suivantes: la Lune paraît plus grande lorsqu'elle se lève au-dessus de la mer, alors même qu'il ne se trouve là aucun objet de comparaison (Eginitis). L'illusion de grandeur subsiste lorsqu'on regarde la Lune à travers un tube, ce qui isole des objets environnants (Le Cat, Euler).

A la suite de Alhazen, Vitellion, Malebranche, les auteurs anglais et allemands des XVIII^e et XIX^e siècles tirent appel à la forme du ciel. Le ciel n'a pas l'aspect d'une coupole sphérique, mais celui d'une voûte surbaissée, aplatie, dont le rayon horizontal est beaucoup plus considérable que la hauteur verticale. Cette notion de coupole surbaissée dériverait de l'impression que nous fait le ciel couvert de nuages. Nous croyons la Lune plus éloignée et nous l'estimons, par cela même, plus grande quand elle est à l'horizon.

A M. Claparède et à un grand nombre de personnes qu'il interrogea, la Lune paraît plus rapprochée quand elle se lève que quand elle est au zénith. Pour lui, c'est le sentiment que nous avons que les astres à l'horizon, notamment la Lune, sont des objets terrestres, qui donne l'illusion de grandeur à l'horizon. Toutes choses égales d'ailleurs, l'objet terrestre que figure la Lune doit paraître, comme tous les objets terrestres, d'autant plus gros qu'il est localisé plus loin. Mais cela n'explique pas que la Lune paraisse plus grosse lorsqu'elle est « terrestre » que lorsqu'elle est « céleste », puisque précisément l'observation montre qu'on la localise plus près dans le premier cas (à l'horizon). La Lune terrestre paraît, en effet, très grande, tout en étant localisée très près.

M. Claparède cherche la solution dans la sphère affective de l'individu:

« Ce qui est terrestre n'a pas seulement pour nous la qualité d'être situé à une distance précise et linéaire, mais aussi, et surtout, d'être immédiatement intéressant pour nous. Et je crois que, si les astres situés dans la zone terrestre sont surestimés, c'est en grande partie parce qu'ils sont dans une zone qui nous intéresse davantage. »

« Ce qui nous intéresse directement, dit Blondel, se passe dans cette mince zone des quelques degrés qui s'élèvent directement au-dessus de l'horizon. Au contraire, ce qui se passe dans le ciel ne nous intéresse que fort peu. »

Dans une troisième partie de son travail, M. Claparède montre que les dimensions des objets et des personnes qui nous intéressent vivement sont généralement surestimées. Le proverbe populaire « Il n'y a pas de petits lous » exprime le même fait psychologique que l'observation et les enquêtes confirment.

L'action de l'attention, de l'attitude mentale sur la perception des grandeurs a été aussi mise en relief par les recherches de Schumann sur les perceptions visuelles. Cet auteur a constaté que les parties d'une figure géométrique qui attirent le plus l'attention sont surestimées; de même, les impressions visuelles qui nous frappent d'une manière spéciale. La théorie affective rend compte encore de ce fait, remarqué par la plupart des auteurs, que le grossissement de la Lune à l'horizon est sujet à de grandes variations suivant les jours, les circonstances et les individus. Si l'illusion était due à un facteur physiologique déterminé, comme la plus ou moins grande innervation des muscles droits internes suivant la direction du regard, ces variations seraient inexplicables.

Dr E. Sulzer,

Médecin ophtalmologiste à la Fondation
Ad. de Rothschild.

§ 3. — Météorologie

Les variations d'intensité de la pluie. — Nous recevons d'un de nos abonnés la lettre suivante:

« Monsieur le Directeur,

« La Note relative aux variations d'intensité de la pluie, parue dans votre numéro du 15 mars 1906, ne me semble pas donner une explication satisfaisante du phénomène.

« Les vagues d'air chargé d'eau de Helmholtz, comme d'ailleurs les variations de l'état hygrométrique de l'air (attribuées à la chaleur de condensation des gouttes de pluie), ne sont, à mon avis, que les manifestations d'un phénomène plus général, signalé par Vallot dans les *Annales de l'Observatoire du Mont-Blanc*.

« Ainsi que l'indiquent toutes les cartes météorologiques, une dépression barométrique est toujours le centre d'un tourbillon, dont le rayon atteint des centaines de kilomètres et autour duquel le vent tourne dans un sens déterminé. Comment expliquer qu'en un lieu donné l'air ne soit pas animé d'un mouvement, sinon uniforme, du moins uniformément varié? Le vent procède par à-coups, par rafales plus ou moins longues et violentes, par vagues aériennes qui donneraient presque à croire à l'existence d'un mouvement vibratoire, si précisément M. Vallot n'avait démontré que ces variations d'intensité proviennent des tourbillons secondaires qui naissent dans le grand courant du tourbillon principal. Ces tourbillons, accompagnés chacun d'une dépression barométrique et d'un changement de direction du vent (changement pouvant, d'ailleurs, dans certains cas, se traduire par une disparition momentanée ou tout au moins par un affaiblissement marqué), se succèdent à intervalles très courts, mais ne descendent souvent pas jusqu'à la surface du sol (les observations faites au Mont-Blanc, 4.400 mètres, aux Grands-Mulets, 3.200 mètres, et à Chamonix, 1.100 m —

¹ Archives de Psychologie, t. V, n° 18.

tres, en donnent la preuve). Les perturbations qu'ils engendrent s'y font cependant sentir.

« En un mot, un grand cyclone peut être comparé au système solaire, avec ses planètes tournant dans le courant principal et formant elles-mêmes des centres de rotation secondaires pour leurs satellites.

« Dans un grand cyclone, il y a un bord maniable et un bord dangereux, une portion à vents pluvieux (vents du Sud et de l'Ouest) et une autre à vents secs (vents du Nord et de l'Est); le même phénomène doit se reproduire dans les tourbillons secondaires et provoquer des variations d'intensité dans le vent et dans la pluie.

« C'est, du moins à mon avis, la façon la plus simple de l'expliquer.

« Veuillez agréer, etc.

Dinner,

Inspecteur des Eaux et Forêts à Nice.

« P. S. — Les observations de Vallot sont, autant qu'il m'en souvient, antérieures à 1902. »

§ 4. — Électricité industrielle

Les progrès des lampes à arc. — Nous signalons récemment, d'après M. Gustave Richard, les progrès si remarquables réalisés dans le domaine des lampes électriques à incandescence; voici également, d'après le même auteur, quelques renseignements sur les progrès des lampes à arc.

Ces progrès sont de deux sortes, suivant qu'ils s'appliquent à améliorer l'intensité et le rendement lumineux des arcs, ou qu'ils s'attachent principalement à la division de cette lumière en petits foyers d'un emploi facile et agréable à l'intérieur des édifices et des salles de réunion.

On sait que la grande majorité de la lumière de l'arc est fournie par l'incandescence du cratère qui se forme au pôle positif et qui, dans les arcs de faible longueur, est en grande partie voilé par l'électrode négative. On a donc tout intérêt à dévoiler ce cratère, et il semble qu'il suffise, pour améliorer considérablement ainsi le rendement lumineux de l'arc, d'en éloigner les charbons, en augmentant de ce qu'exige cet éloignement le voltage du courant. Mais si, dans un arc à charbons verticaux, on dégage bien ainsi le cratère, on en force la lumière à traverser une plus grande épaisseur de la zone bleue et nuageuse de l'arc, qui absorbe, de cette lumière, une proportion telle que l'on ne gagne presque rien. Il n'en est plus de même si l'on dispose les charbons horizontalement. C'est ainsi que l'on a pu, d'après M. L. Andrews¹, toutes choses égales d'ailleurs, obtenir, avec un courant de 90 volts et 9,6 ampères, une surface visible de cratère de 10,6 millimètres carrés avec un arc de 12^mm,3 de longueur, au lieu d'un cratère de 5 millimètres carrés seulement, avec un arc de 3^mm,3 de longueur, 10 ampères et 61 volts. Au delà des 90 volts, on ne gagne plus rien. Ces longs arcs horizontaux à haute tension sont des plus avantageux comme rendement lumineux; mais il est nécessaire d'en assurer la stabilité en immobilisant l'arc par le soufflage d'un champ magnétique. C'est ce qui a lieu dans la lampe Carbone, qui, dans les essais exécutés à propos de l'éclairage de la nouvelle gare de Charing Cross², a fourni, avec du courant à 0 fr. 20 par kilowatt-heure, de l'éclairage au taux de 0 fr. 10 les 1.000 bougies-heure.

On a aussi augmenté le rendement et l'intensité des grands arcs par l'emploi de charbons à flammes, c'est-à-dire composés d'un mélange de carbone et de substances chimiques diverses, qui augmentent la luminosité de l'arc un peu à la manière de poussières métalliques projetées dans la flamme d'un bec de Bunsen. Ces arcs, diversement colorés, généralement d'une teinte rouge, sont très éclairants, percent beaucoup mieux les brouillards que les arcs au carbone

simple, et leur rendement est presque aussi élevé avec les courants alternatifs qu'avec les continus. Mais leur arc est assez instable. En outre, les substances chimiques de ces charbons émettent des fumées corrosives, qui empêchent d'un côté l'emploi de ces arcs autre part que presque en plein air, et aussi l'emploi de globes fermés pour diminuer la dépense des charbons.

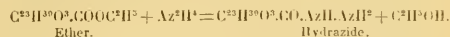
C'est à ces globes fermés que l'on a recours pour la construction des petites lampes à arc domestiques, qui commencent à se répandre. L'arc de ces lampes est totalement enfermé dans de petits globes blancs, qui absorbent près de 40 % de la lumière de l'arc, mais qui, néanmoins, produisent une sensation lumineuse plus grande que celle que procurerait l'arc lui-même à nu. Ces globes sont d'un éclat très vif et très stable, de sorte que ces lampes se répandent rapidement pour l'éclairage des salles, des boutiques, des restaurants, etc., et même des ateliers, mais sans pouvoir, il semble, prétendre détrôner la lampe à incandescence pour l'éclairage domestique proprement dit, qui exige une lumière aussi douce et diffusée que possible.

On sait avec quelle activité se poursuit la lutte entre l'électricité et les manchons à gaz, pour l'éclairage public. Il est très difficile de donner une idée de l'état actuel de cette concurrence, et encore plus de prédire l'issue de la lutte, mais il semble bien que l'avantage final doive appartenir à l'électricité, plus économique et infiniment plus souple, plus à la main que tout autre agent d'éclairage. C'est ainsi que, dans les essais exécutés pour l'éclairage de la nouvelle gare de Charing Cross, en concurrence avec les meilleurs types de becs à gaz sous pression, l'éclairage à arc s'est montré, à puissance lumineuse égale, plus de deux fois moins coûteux que l'éclairage au gaz à prix égal : 45.000 bougies au lieu de 20.000³, mais avec du courant au prix de 0 fr. 20 le kilowatt-heure.

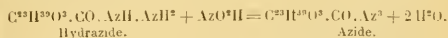
§ 5. — Chimie

La synthèse des acides glycocholique et taurocholique. — On n'avait pas réussi jusqu'à présent à opérer la synthèse de ces deux acides par union de leurs deux constituants, l'acide cholalique et le glycocole ou la taurine. MM. Bondi et Muller² ont réalisé cette combinaison sous la direction du Professeur Curtius, en mettant à profit les propriétés des azides, établies par ce chimiste. Voici quelle a été la marche des transformations.

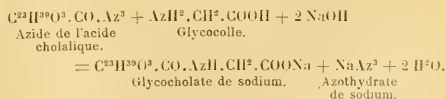
L'éther cholalique, traité par l'hydrate d'hydrazine, a fourni l'hydrazide :



Par l'action de l'acide azoteux, l'hydrazide est transformé en azide :



Entin, en milieu alcalin, l'azide se combine avec le glycocole ou la taurine pour donner l'acide glycocholique ou l'acide taurocholique :



Bien entendu, cette synthèse n'est pas complète, puisque celle de l'acide cholalique reste encore à réaliser.

¹ Engineering, 25 mai, p. 699.

² BONDY et MULLER : Zeitschr. physiol. Chem., t. XLVII, p. 499, 1906.

¹ Engineering, 25 mai, p. 698.

² Bull. de la Soc. d'Encouragement, février 1906, p. 271.

§ 6. — Agronomie

La production et la consommation du café.

— Si rapide qu'ait été l'accroissement de consommation du café, facilité par la baisse énorme de ce produit, la production semble avoir marché plus vite encore. Et, si nous pouvons recommander pour nos colonies certaines cultures telles que le cotonnier, les arbres à caoutchouc, le cacaoier, sur lequel nous reviendrons prochainement, il n'en saurait être de même du caféier à l'heure présente.

Le Brésil, qui produit à lui seul plus de la moitié de la récolte mondiale de café, se trouve actuellement fort embarrassé par la dépréciation des prix et l'insuffisance des débouchés. Les provinces intéressées viennent d'élaborer un projet, actuellement soumis au Parlement fédéral, et renfermant un certain nombre de mesures destinées à conjurer la crise. Il s'agirait d'abord d'empêcher l'exportation des cafés de qualité inférieure et de s'employer à la défense contre les fraudes et les falsifications, de favoriser le développement de la consommation dans le pays et d'organiser un vaste service de propagande pour multiplier au dehors les débouchés. Ce sont là d'excellentes mesures, qui relèvent, d'ailleurs, bien plus de l'initiative privée que de l'action de l'Etat. Le projet prévoit, de plus, une surtaxe de trois francs par sac de café exporté, alors que l'application de ce droit irait directement à l'encontre de ce que l'on veut obtenir.

La situation des planteurs brésiliens est encore plus défavorable que celle de nos vignerons du Midi de la France et de l'Algérie, car nous consommons beaucoup plus de vin que nous n'en exportons, et, dans ce cas, la production présente beaucoup plus de chances de stabilité. Le café, au contraire, — comme la plupart des autres denrées coloniales, — est essentiellement un produit d'exportation, qui doit conquérir des débouchés souvent lointains et ne peut les maintenir que par sa qualité et son bon marché. De là, dans l'agriculture coloniale, ces brusques évolutions, dont Ceylan nous offre un remarquable exemple. L'ancienne île de la cannelle et des cardamomes est successivement adaptée au café, puis au thé et au caoutchouc.

La culture du caféier est délicate. D'après M. H. Leconte, — qui lui a consacré une excellente monographie, — cet arbre exige une température moyenne de 15 à 23°; il ne résiste pas aux gelées et, sans être aussi sensible que le cacaoier à l'ardeur du soleil tropical, il prospère mieux à l'ombre d'autres arbres. Le caféier préfère les régions ventilées, tandis que les bas fonds ne lui conviennent pas; on le trouve entre 600 et 1.200 mètres d'altitude. Les régions à pluies d'été lui sont favorables, mais un climat trop longtemps humide est préjudiciable à la qualité de la graine. Il faut ajouter à ces conditions un sol profond, — à 1 mètre paraît suffire, — des terres riches en potasse et en acide phosphorique; le calcaire ne semble jouer aucun rôle, mais la présence de l'oxyde de fer est utile. Les travaux agricoles et les soins que nécessite la préparation des graines exigent une main-d'œuvre importante, qui, pour être insuffisante, a amené parfois l'échec de cette culture, notamment à la Nouvelle Calédonie.

Depuis le milieu du XIX^e siècle, tandis que la production allait en se restreignant d'une façon ininterrompue dans les régions asiatiques, — dont le thé semble l'apanage, — elle s'étendait et continue de s'étendre dans les zones tropicales des Amériques. A côté du Brésil, dont nous avons déjà dit l'importance, de notables progrès sont signalés au Venezuela, dans le Guatemala, le Costa-Rica, le Mexique, à Cuba, Haiti, Porto-Rico. La production africaine est encore très faible, mais elle se développe rapidement dans quelques colonies de la Côte

occidentale, dans le Libéria, le Congo belge, l'Angola.

Si, dans ces dernières années, la consommation n'arrive pas à suivre la production, son accroissement n'en est pas moins rapide, malgré l'emploi de multiples succédanés et la concurrence du thé. Les pays consommateurs sont aussi spécialisés. Si l'Angleterre et ses colonies, si la Russie préfèrent le thé, les Etats-Unis, la Hollande, la Belgique, l'Allemagne, la Suisse et la France accusent des chiffres beaucoup plus élevés pour le café. Notre consommation approche de 2 kilos par habitant et par an.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles à Fribourg (Suisse).

§ 7. — Zootechnie

Les pêcheries du banc d'Arguin. — Le Gouvernement général de l'Afrique occidentale vient de s'attacher, pour une période de dix années, M. Gruvel, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Bordeaux, qui sera chargé d'organiser définitivement les pêcheries du banc d'Arguin.

Aux termes de ce contrat, M. Gruvel doit résider à Paris tout le temps pendant lequel il ne sera pas en mission. Il est tenu annuellement à un séjour de trois mois en Afrique occidentale française. Pendant la durée de son engagement, il devra s'occuper de toutes les questions relatives aux pêcheries, contribuer par des travaux, études, publications et conférences publiques à leur mise en exploitation, et fournir gratuitement tous les renseignements nécessaires.

M. Gruvel est également chargé de créer à Paris un Office de recherches et d'organisation des pêcheries de l'Afrique occidentale française. Cet office comprendra : 1° un musée; 2° une collection de documents de toutes sortes; 3° un laboratoire de recherches appliquées à l'industrie des pêcheries.

§ 8. — Sciences médicales

Etat sanitaire et habitation du soldat. — MM. les Professeurs Lemoine et Simonin (du Val-de-Grâce) viennent de publier¹, sur ce sujet, une enquête embrassant une période de cinq années, 1900-1904, et portant sur 134 casernes, renfermant un effectif de 95.000 hommes; d'après eux, le mode de construction des casernes n'a qu'une influence de second ordre sur l'état sanitaire des troupes. La propagation des affections épidémiques et contagieuses dans les régiments semble bien plus être la conséquence du chiffre de l'agglomération militaire, et, d'autre part, subir l'influence prédominante de l'état sanitaire des villes au milieu desquelles les casernes sont placées. Les fièvres éruptives et la diphtérie, par exemple, présentent une morbidité moins élevée dans les vieilles casernes que dans les neuves, parce que les premières contiennent en moyenne 4 à 500 hommes, tandis que les secondes abritent des groupes de 900 à 1.200 hommes. Ces mêmes affections sont d'autant plus fréquentes que la ville de garnison est plus peuplée; de même, la fièvre typhoïde est bien en rapport avec l'eau de boisson, et, si la tuberculose pulmonaire est plus observée dans les vieilles casernes, c'est que celles-ci sont surtout situées au centre des grandes villes. Cette enquête, très bien faite, permet de conclure que l'habitation du soldat n'est pas tout, et que le meilleur moyen de conserver sa santé est encore d'améliorer les conditions hygiéniques des populations urbaines au milieu desquelles il vit.

¹ Société de Méd. publ. et de Génie sanitaire, 23 mai 1906.

BLINDAGES ET PROJECTILES DE RUPTURE

DEUXIÈME PARTIE : PROJECTILES

Dans l'aperçu historique relatif au projectile de rupture que nous avons donné au commencement de notre premier article¹, nous avons vu l'évolution de celui-ci s'effectuer parallèlement à celle du blindage; mais, tandis que les progrès de ce dernier relèvent exclusivement, jusqu'à présent du moins, du domaine de la métallurgie, les perfectionnements apportés successivement au projectile dépendent d'autres facteurs. En faisant abstraction de l'accroissement de puissance du projectile dû à l'augmentation des vitesses initiales et à l'emploi d'explosifs puissants pour la constitution de sa charge intérieure, les facteurs dont il nous reste à étudier l'influence sont : la nature et la qualité du métal de l'obus, les tracés du projectile, la coiffe. Nous allons examiner successivement ces divers points.

I. — CARACTÈRES DU PROJECTILE.

§ 1. — Métal du projectile.

La qualité du métal à projectiles dépend non seulement de la nature des blindages que l'obus de rupture est destiné à attaquer, mais encore, et dans une assez large mesure, de la nature de l'épreuve de recette imposée au fournisseur. Les efforts subis par le projectile en tir normal et en tir oblique sont, en effet, très différents, car, dans le premier cas, le projectile ne subit, du fait de l'inertie de sa partie arrière, que des efforts de compression dirigés suivant son axe, tandis que, dans le second cas, ces efforts, n'étant plus parallèles à l'axe, tendent à ployer le corps d'obus. Une grande dureté générale sera donc à peu près la seule condition nécessaire à réaliser pour l'obus éprouvé normalement, tandis que le métal du projectile tiré sous une incidence oblique devra non seulement être dur, mais encore présenter une grande ténacité, c'est-à-dire avoir de l'allongement en même temps qu'une limite élastique élevée dans sa partie AR, qui est celle qu'intéressent principalement les efforts de flexion développés au choc.

Cette différence dans les effets du tir se traduira donc, en général, par une différence de nuance du métal de l'obus, et, tandis que l'acier au chrome et l'acier au tungstène pourront être employés avec succès dans le cas de projectiles reçus en tir

normal, il pourra être nécessaire d'employer des aciers au chrome-nickel dans le cas du tir oblique. Les obus ainsi constitués devant, d'ailleurs, toujours satisfaire à la condition essentielle d'avoir une ogive très dure, l'opération de la trempe devra être conduite de manière à satisfaire aux desiderata précédents.

Aussi bien pour la nuance du métal employé que pour les détails de la trempe, chaque usine a ses procédés, qu'elle tient généralement secrets. Nous ne pouvons donc que donner fort peu de renseignements à cet égard : on peut cependant dire qu'à une augmentation de la teneur en Cr correspond une diminution du carbone ou une augmentation correspondante du Ni.

Les métaux à projectiles en usage à l'étranger sont généralement des aciers à forte teneur en chrome; mais certaines usines (Carpenter) emploient des aciers au tungstène.

A ce sujet, il y a lieu de signaler une différence notable entre les résultats des tirs sur plaques exécutés dans certains pays étrangers (en Angleterre notamment) et ceux des tirs similaires effectués en France, les valeurs de ρ afférentes aux premiers étant, en général, supérieures à celles qu'on obtient dans les seconds. Cette différence peut s'expliquer, soit par une meilleure qualité des plaques étrangères, soit par l'infériorité des projectiles employés dans les tirs en question. Les appréciations formulées (notamment dans le *Naval Annual* de Brassey) sur des plaques françaises de fabrication courante et les tirs exécutés à l'étranger sur certaines d'entre elles permettant d'écarter la première de ces suppositions, on peut en conclure à l'infériorité de qualité des projectiles employés. Cette déduction s'accorderait, en outre, assez bien avec ce que nous savons de l'efficacité vraiment surprenante des blindages mise en évidence par la guerre russo-japonaise.

§ 2. — Fabrication des projectiles.

Revenons à notre sujet. Quelle que soit la nuance du métal employé, son élaboration a en général lieu au creuset; mais il est probable que les progrès ininterrompus du four électrique et l'excellence des aciers fins obtenus par ce procédé amèneront d'ici peu un bouleversement complet dans la fabrication. L'affinage commencé au four Martin pouvant se terminer au four électrique, il est possible que la fusion au creuset ne présente

¹ Voir la *Revue* du 15 juillet 1906.

plus aucun avantage économique sur les nouveaux procédés.

Les opérations du forgeage du lingot et les recuits ne présentent rien de particulier; il n'en est pas de même de la trempe et du revenu, qui doivent être conduits de manière à réaliser les résultats indiqués ci-dessus, en observant la précaution essentielle de dégrader convenablement la dureté du bourrelet au culot.

Les tensions intérieures provenant de la trempe subsistent malgré le recuit et déterminent de temps à autre des ruptures spontanées de l'obus ou tapures. Afin de se prémunir contre la production de tels accidents, on termine la série des opérations d'usinage par une immersion brusque du projectile froid dans l'eau bouillante; l'exagération des tensions produites par la brusque dilatation de l'obus provoque le plus souvent la rupture des obus sujets à taper, dont on évite ainsi la mise en service.

§ 3. — Production et prix.

Toutes les usines productrices de blindages fabriquent les projectiles de rupture, ainsi que les usines d'Unieux (Jacob Holtzer et C^{ie}), de Firminy (aciéries de Firminy), du Chambon (usines Claudinon) et de Pamiers (Société Métallurgique de l'Ariège).

La grande réputation des usines françaises pour ce genre de produits leur assure des commandes étrangères en assez grand nombre.

Dans ces derniers temps, la Marine française a installé des batteries de creusets à la fonderie de Ruelle, dans le but de fabriquer elle-même des projectiles de rupture; la généralisation de l'usage du four électrique, dont l'emploi n'est industriel que dans les pays de montagne disposant de forces hydrauliques économiques, pourrait rendre inutile à bref délai cette installation coûteuse. Le prix unitaire des projectiles de rupture, variable en raison inverse du calibre, est d'environ 3 francs le kilog pour les moyens calibres.

II. — TRACÉ DES PROJECTILES.

§ 1. — Conditions générales.

Le tracé des obus de rupture est assujéti à certaines conditions. Tout d'abord, il est évident que, pour réduire au minimum les déformations dues aux effets d'inertie développés au choc contre la plaque, il convient de diminuer dans la mesure du possible la masse des régions voisines du culot. La répartition du métal constituant l'obus doit, en outre, être réglée de manière à obtenir une position du centre de gravité telle que celle-ci ne soit pas trop éloignée de la base de l'ogive. En donnant

à cette dernière partie des formes effilées, on diminuerait évidemment, toutes choses égales d'ailleurs, la résistance exercée par l'air sur le projectile; mais on diminuerait en même temps sa résistance au choc. En fait, et par suite du compromis à réaliser entre ces deux conditions, les ogives des projectiles de rupture des diverses artilleries ont sensiblement la même forme. Les poids des obus sont, par contre, très différents, ainsi qu'en témoigne le tableau suivant, relatif au calibre de 305 obus coiffé :

France	340 kgs.
Angleterre	385 —
Allemagne	330 —
Etats-Unis	453 —

La même diversité existe en ce qui concerne les capacités intérieures : ainsi, celle de l'obus anglais est inférieure à la capacité du nôtre, malgré le poids plus élevé du premier; l'inverse a lieu pour le projectile allemand.

§ 2. — Raisons qui militent en faveur de l'adoption d'un projectile unique.

La faible proportion du poids de la charge explosive au poids total du projectile de rupture a amené les diverses artilleries à étudier les tracés d'un projectile en acier dit de semi-rupture, moins résistant que l'obus de rupture, mais porteur d'une charge intérieure plus considérable. Cette diversité de projectiles nous paraît peu rationnelle pour les raisons suivantes :

1^o Elle complique les approvisionnements;

2^o Le navire cuirassé est actuellement protégé sur la plus grande partie de ses œuvres mortes par un blindage d'épaisseur sensiblement égale, depuis la flottaison jusque dans les hauts du navire. Le but ayant une constitution uniforme, on ne voit pas dès lors très bien à quoi répond cette variété des moyens d'attaque;

3^o En tablant même sur l'existence de tolérances non protégées et sur les faibles différences relatives qui existent entre les épaisseurs des blindages des diverses parties de la coque, la précision d'un tir de combat, même aux distances moyennes de 3.000 à 4.000 mètres, n'est pas telle qu'on puisse choisir, avec des probabilités raisonnables d'atteinte, la partie du but qu'on veut attaquer avec un projectile déterminé. La recherche d'une telle précision étant parfaitement illusoire, on doit, par suite, se borner à chercher à atteindre le but tout entier avec un projectile susceptible de produire des effets destructeurs quel que soit son point d'impact;

4^o Etant donnée la vitesse des navires actuels, les distances du but varient très rapidement; d'autre part, un certain délai sera souvent néces-

saire pour la délivrance à une pièce d'un projectile déterminé, par suite des exigences du service des monte-charges. Il pourra donc arriver qu'on soit obligé de tirer un projectile d'une certaine nature alors qu'on en avait demandé un autre.

Pour toutes ces raisons, les avantages qu'on espère tirer dans le combat de l'emploi de tel ou tel projectile nous paraissent absolument illusoire. L'artillerie navale française paraît, d'ailleurs, partager ces vues, et il est probable que l'unification des projectiles sera réalisée à bref délai, au moins sur les bâtiments en chantier.

III. — COIFFES.

L'invention de la coiffe, due à l'amiral Makaroff, eut lieu en 1894; on prétend que cette découverte lui fut suggérée par le fait, d'ailleurs très réel, que les obus de rupture, qui se brisaient dans l'attaque d'une plaque cimentée par la face durcie de celle-ci, la traversaient, au contraire, sans se déformer, dans les mêmes conditions de tir, lorsqu'on prenait pour face d'impact la face non cimentée. Quoi qu'il en soit des idées qui présidèrent à la genèse de cette invention, si l'action préservatrice exercée par la coiffe sur le projectile est hors de conteste, l'explication de ce phénomène a, par contre, donné lieu à une controverse qui dure encore.

Avant d'aborder ce sujet, décrivons d'abord la coiffe : ainsi que son nom l'indique, cet organe essentiel du projectile de rupture consiste en une chemise en acier d'une nuance moins dure que celle du corps de l'obus, coiffant l'ogive du projectile et se terminant soit par une ogive analogue à celle du projectile, soit, au contraire, par une pointe conique de forme trapue.

Aucune règle théorique précise ne préside, d'ailleurs, au tracé des formes de la coiffe, et, bien que certaines artilleries étrangères paraissent attacher une grande importance à la fixation des éléments de ce tracé, la diversité même des formes des coiffes en service dans les diverses marines (voir fig. 1) montre que cette question est loin de jouer un rôle essentiel.

Quoi qu'il en soit de ces divergences, alors qu'en tir normal le projectile non coiffé se brise toujours au choc contre une plaque cimentée d'épaisseur égale à son calibre, et qu'il n'arrive à la traverser qu'avec des valeurs de ρ au moins égales à

1,30, l'obus coiffé de même calibre perce cette même plaque avec des valeurs de ρ généralement très inférieures et en restant le plus souvent entier.

Diverses explications ont été données de ce phénomène; pour les uns, le métal de la coiffe lubrifierait en quelque sorte le trou de passage du projectile dans la plaque

et empêcherait le contact de l'ogive avec les parties dures cimentées, tandis que, pour d'autres, le rôle joué par la coiffe consisterait uniquement dans la désorganisation de la partie cimentée, préalablement au passage de la pointe de l'obus. Une très curieuse expérience, effectuée tout dernièrement en Angleterre¹, paraît devoir enfin fournir la solution de ce problème, posé depuis plus de dix ans :

« Un poinçon en acier chromé de la meilleure qualité possible, d'environ 75 millimètres de longueur sur 10 millimètres de diamètre, est maintenu verticalement, sa pointe au contact de la face durcie d'une plaque, au moyen d'un guide cylindrique dans lequel il peut se mouvoir verticalement. Ce guide occupe lui-même la partie centrale d'un tube reposant également sur la plaque. En haut de ce tube, et guidé par lui, se trouve un poids cylindrique dont on peut provoquer la chute à diff

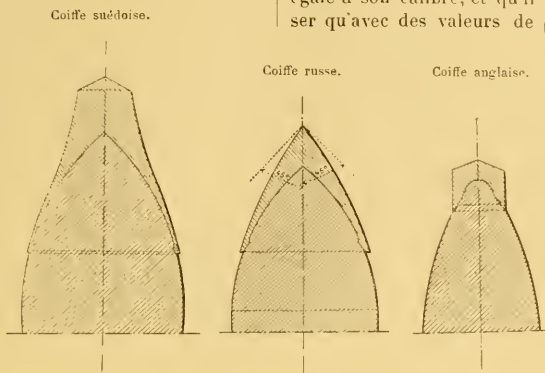


Fig. 1. — Diverses formes de coiffes.

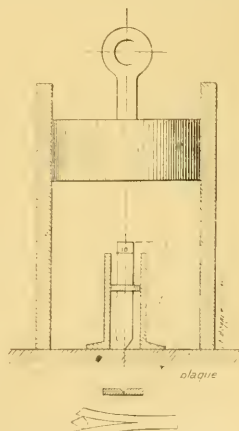


Fig. 2. — Dispositif pour étudier le rôle joué par la coiffe.

¹ Naval Annual, 1905, p. 347, J. Griffin, Portsmouth.

rentes hauteurs, à l'aide d'un décliné ou d'un électro-aimant (voir fig. 2). Cet appareil, très simple, permet donc de produire, sur la tête du poinçon et parallèlement à son axe, un choc dont on peut faire varier l'énergie à volonté. Un grand choc pulvérisera le poinçon; mais, en en réduisant l'intensité d'une façon convenable, on arrivera à le fendre dans les conditions indiquées par le croquis précédent, qui montre la pointe primitive du poinçon détachée de celui-ci et transformée en un double cône pincé par le corps du poinçon comme un noyau de cerise est tenu entre le pouce et l'index. La plaque n'est pas entamée.

« Interposons maintenant, entre la pointe du poinçon et la plaque, une coiffe en acier doux d'environ 3 millimètres d'épaisseur et de la dimension d'une pièce de 0 fr. 50, présentant un trou conique à la demande de la pointe du poinçon la perforant sur presque toute son épaisseur.

« Dans ces conditions, le renouvellement de l'expérience précédente n'endommagera plus le poinçon, et la face dure sera entamée comme si elle-même était en métal doux. »

D'après lord Brassey, dont on ne peut que partager l'avis, le rôle joué par le disque en acier doux dans l'expérience précédente se réduirait uniquement à une action de soutien latéral de la pointe; celle-ci étant ou pouvant être rendue plus dure que la plaque cimentée, par suite de l'énergie de la trempe qu'elle est susceptible de prendre en raison de sa forme, et ne pouvant plus se déformer par suite de l'appui procuré par la plaque en acier doux, entamerait alors forcément la couche cimentée.

Cette explication très rationnelle rend immédiatement compte des mauvais résultats fournis par les coiffes dures, car celles-ci, se brisant dans les premiers instants du choc, ne peuvent plus, dès lors, jouer le rôle de soutien latéral de la pointe de l'obus. Si, au contraire, la coiffe agissait par la désaggrégation de la couche cimentée, le métal dur devrait donner de meilleurs résultats que l'acier doux; or, c'est le contraire que l'on observe.

Ainsi la coiffe doit être en métal doux; comme, d'autre part, le projectile doit la traverser et la fragmenter, son rôle protecteur n'est possible que grâce à une dépense de travail qu'il importe évidemment de réduire au minimum. On obtiendra ce dernier résultat en réduisant autant que possible la masse de la coiffe et son épaisseur suivant l'axe; l'économie de poids ainsi réalisée pouvant être reportée sur le corps de l'obus, le gain de force vive ainsi obtenu peut être très appréciable.

Au début de l'emploi des obus coiffés, on admettait que leur efficacité diminuait rapidement lorsque l'incidence prenait des valeurs notables. On ne sait encore rien de précis à ce sujet.

Les modes de fixation des coiffes sur les ogives sont très variés: tantôt on a recours à une gorge de faible épaisseur pratiquée sur l'ogive, dans laquelle s'engage, au refroidissement, un ressort de la coiffe, qui doit dès lors être posée à chaud, tantôt à des tenons. Les premières coiffes russes tenaient par adhérence magnétique, mais ce mode de fixation a été abandonné comme n'offrant pas assez de sécurité au tir; il en a été de même des procédés de fixation au moyen d'une soudure à l'étain.

IV. — CONDITIONS DE RECETTE.

En Angleterre, les projectiles sont reçus en tir normal, contre plaque, avec une vitesse au choc telle que le facteur de perforation du coup soit supérieur d'environ 0,3 à la note de mérite de la plaque.

Dans les autres contrées, les tirs d'épreuve de recette ont également lieu en tir normal. La France est, croyons-nous, le seul pays où les projectiles soient reçus en tir oblique. La vitesse au choc nécessaire est déterminée expérimentalement avec un obus étalon de la meilleure qualité possible et majorée d'environ 1/10. En se reportant à la définition de la note de mérite, on peut se rendre compte, par un calcul assez simple, qu'au point de vue de la vitesse au choc à employer, les conditions françaises sont beaucoup plus dures que les conditions anglaises.

V. — COUP D'ŒIL D'ENSEMBLE SUR LA SITUATION ACTUELLE.

Peu d'années après l'apparition des blindages en fer, la mise en service des boulets ogivaux en fonte dure permettait à ceux-ci de perforer les premiers, tout en restant entiers. Les progrès successifs du métal à blindages et les perfectionnements apportés au projectile n'ont pas changé cette situation, et, aujourd'hui comme il y a quarante ans, l'obus de rupture de bonne qualité peut traverser sans déformations notables une plaque d'épaisseur égale à son calibre. Ce point de vue particulier de la fragilité du projectile est, d'ailleurs, loin de caractériser la situation respective de l'attaque et de la défense du navire; pour établir le bilan exact de celle-ci, on devrait, en outre, tenir compte:

1° De l'augmentation des vitesses initiales et de l'accroissement des probabilités d'atteinte du but qui en résulte pour une même distance de combat;

2° De la rapidité beaucoup plus grande du tir;

3° Du chargement de l'obus en explosif.

La prise en considération de ces trois facteurs ne concernant que la puissance offensive, il faudrait aussi envisager, au point de vue défensif, l'influence

exercée par le cuirassement presque complet des hauts du navire et l'organisation cellulaire du caisson blindé, ainsi que la mise en réduit ou sous tourelles de toute l'artillerie de gros et de moyen calibre.

On conçoit la difficulté, pour ne pas dire l'impossibilité, d'apprécier la part afférente à chacun de ces éléments dans l'établissement du résultat définitif. Les nombreuses comparaisons auxquelles on se livre à cet égard sont donc toujours défectueuses, car on néglige encore deux facteurs essentiels, dont il est plus difficile de déterminer l'influence, à savoir, la distance de combat et la vitesse relative du but.

En restreignant la généralité de la comparaison, il est toutefois possible d'obtenir des résultats intéressants. On peut, par exemple, en se plaçant à

calculant la distance à laquelle doit être placée l'artillerie de calibre maximum des mêmes navires pour perforer strictement l'épaisseur de cuirasse maximum de chacun d'eux. Le tableau ci-dessous donne les résultats de ce calcul :

<i>Marengo</i>	3 800 mètres.
<i>Richelieu</i>	3.100 —
<i>Redoutable</i>	1.000 —
<i>Dévastation</i>	2.700 —
<i>Amiral-Duperré</i>	200 —
<i>Amiral-Baudin</i>	1.600 —
<i>Marceau</i>	1.200 —
<i>Brennus</i>	6.000 —
<i>Jauréguiberry</i>	4.300 —
<i>Masséna</i>	2.900 —
<i>Saint-Louis</i>	2.900 —
<i>Suffren</i>	6.600 —
<i>République</i>	7.300 —

L'examen des chiffres relatifs à des navires de

TABLEAU I. — Comparaisons de la puissance de perforation de l'artillerie de divers navires.

NOM DU NAVIRE	DATE	BLINDAGE MAXIMUM		ARTILLERIE DU CALIBRE MAXIMUM				V _p	V _r	V _r V _p
	du	nature	épaisseur	modèle	calibre	nature de l'obus	poids de l'obus			
	lancement									
			millimètres		centimètres		kilogs	mètres	mètres	
Marengo	1869	Fer.	200	Modèle 1870	27	Rupture.	216	292	325	1,11
Richelieu . . .	1873	—	220	—	27	—	216	313	325	1,04
Redoutable . .	1876	—	350	Modèle 1870 u	27	—	216	433	359	0,83
Dévastation . .	1879	—	380	—	34	—	420	366	340	0,98
Amiral-Duperré.	1879	—	550	—	34	—	420	474	360	0,76
Amiral-Baudin .	1883	Acier mixte.	500	Modèle 1875-79	37	—	560	541	512	0,95
Marceau	1887	—	450	Modèle 1881	34	—	420	533	465	0,87
Brennus	1891	—	400	Modèle 1887	34	Rupture coiffé.	390	503	605	1,20
Jauréguiberry .	1893	—	450	—	30,5	—	340	548	636	1,16
Masséna	1895	Acier spécial.	400	Modèle 1893	30,5	—	340	631	636	1,01
Saint-Louis . .	1896	Acier cimenté	400	—	30,5	—	340	631	636	1,01
Suffren	1899	—	300	Modèle 1893-96	30,5	—	340	516	667	1,30
République . . .	1902	—	280	—	30,5	—	340	491	667	1,36

diverses époques, comparer la puissance de perforation de la plus grosse artillerie d'un type de navire déterminé (le cuirassé d'escadre), combattant à une distance bien définie (3.000 mètres), à celle qu'exigerait le blindage le plus épais du même navire, pour être perforée strictement en tir normal par le même canon. Le résultat de la comparaison

ainsi définie est exprimé par le rapport $\frac{R}{C}$ ou $\frac{V_r}{V_p}$,

V_r désignant la vitesse restante du projectile du plus gros calibre du navire à la distance considérée et V_p la vitesse de perforation stricte du blindage le plus épais de ce même navire par le même projectile (Tableau I).

L'examen des valeurs prises par le rapport $\frac{V_r}{V_p}$ montre que, dans ces dernières années, la puissance relative de perforation du canon a augmenté dans des proportions considérables. On peut encore mettre ce fait en évidence d'une autre manière, en

combat modernes du type *République* fait ressortir l'avantage qu'il y a, pour un cuirassé puissamment armé et protégé, à combattre aux grandes distances.

Le *Dreadnought*, dernièrement lancé en Angleterre, semble avoir été réalisé en vue de remplir ce but exclusif. Grâce à son épaisse cuirasse (305 millimètres d'acier harwey) et à sa puissante artillerie (10 canons de 305 tirant un projectile de 385 kilos à la vitesse initiale de 850 mètres), il pourra, en effet, agir efficacement à des distances auxquelles le feu de navires même récents ne pourra exercer une action sérieuse. Son apparition marque une fois de plus une nouvelle évolution dans la technique du bâtiment cuirassé, évolution que devront suivre toutes les marines de guerre.

LES MOTEURS A EXPLOSION ET L'INJECTION DE LIQUIDES VOLATILS¹

I. — DES AVANTAGES ET DES DÉSAVANTAGES DE L'INJECTION DE L'EAU.

L'idée d'injecter de l'eau dans le cylindre d'un moteur au moment de l'explosion du mélange gazeux, dans le but de diminuer la température et d'augmenter la tension finale de ce dernier, est apparue simultanément avec la conception même du principe de la combustion directe. Déjà, en 1797, John Barber en avait eu l'idée.

On ne doit donc pas s'étonner que, quand le moteur Lenoir eut montré l'efficacité du principe de la combustion directe, l'idée d'injecter de l'eau dans le cylindre soit apparue de nouveau. Dans la description que Moigno fait de ce moteur, voici ce qu'il en dit : « On peut, par l'injection d'une petite quantité d'eau dans le cylindre à chaque changement de course du piston, rendre inoffensive la haute température qui s'y développe.

« Au surplus, la tension de la vapeur d'eau formée s'ajoute à celle du mélange gazeux, et cette vapeur, après avoir servi de lubrifiant, s'échappe finalement avec l'excédent nuisible de chaleur. »

Marinoni, le principal constructeur des moteurs Lenoir, lui aussi, avait eu l'idée de l'injection de l'eau. On lit, en effet, dans la littérature technique du temps : « Marinoni a appliqué avec beaucoup de succès l'injection de l'eau au moteur Lenoir. L'eau injectée se vaporise, augmente et prolonge la tension, sert de lubrifiant, et finalement refroidit le cylindre. Le double emploi de l'eau, à l'intérieur et

à l'extérieur du cylindre, est définitivement consacré comme une amélioration sensible et efficace des grands moteurs. »

M. Schwarz, qui a observé et décrit un moteur Lenoir dans lequel on injectait, à chaque changement de course du piston, un mince filet d'eau, s'exprime presque textuellement comme ci-dessus. Cependant, dans les descriptions postérieures du moteur Lenoir, cette injection d'eau n'est plus mentionnée, et il est probable qu'on en avait abandonné l'idée. Cette idée a été reprise, depuis lors, et souvent appliquée par des constructeurs et ingénieurs jusqu'au moteur Banki, dont nous parlerons plus loin. Mais, dans ces tentatives, on constate toujours une méconnaissance profonde des propriétés des gaz et des vapeurs.

Il est d'abord évident que, si l'eau injectée pouvait servir de lubrifiant, les anciennes machines, qui marchaient à la vapeur très humide, n'auraient eu besoin, à l'intérieur du cylindre, d'aucun lubrifiant. Or, ce n'est pas le cas. Il en est de même pour les nouvelles machines, qui emploient de la vapeur saturée. La vapeur d'eau humide ou surchauffée ne peut donc servir de lubrifiant.

L'eau injectée refroidit certainement le cylindre. Mais alors, pour que le cylindre ne s'échauffe pas, il serait plus rationnel de n'y pas produire de combustion.

En d'autres termes, le désir de refroidir le cylindre intérieurement est en contradiction complète avec le principe de la combustion directe, vu

¹ Le moteur à alcool devient de plus en plus à l'ordre du jour. Le nombre très respectable des monographies et des articles consacrés à ce sujet dans les journaux techniques l'atteste déjà suffisamment. La question d'injection d'un liquide refroidisseur est aussi très importante. Il existe des moteurs, récemment construits, où l'injection est considérée comme un des principaux avantages. Nous citerons, entre autres, le fameux moteur Banki, le moteur Thornycroft, etc...

En effet, les théoriciens, comme les constructeurs, ont mal compris la façon véritable dont le liquide injecté agit. Sans remonter plus haut, dans les ouvrages récents, par exemple, dans le Cours de Mécanique appliquée de Boulvin, dans le petit livre sur les moteurs à gaz et à pétrole de Vernand, dans les descriptions du moteur Banki faites par Guldner, Bertrand, etc., dans le brevet du moteur Thornycroft, on peut lire, dans des termes presque identiques, « que le liquide injecté refroidit le cylindre, augmente la tension de sa vapeur et la tension finale du mélange gazeux » ; ces auteurs ne font aucune distinction quant au moment où cette injection est faite, soit pendant l'aspiration, la compression, ou l'explosion. Ils ne se doutent même pas qu'entre autres, il existe un maximum de la quantité de liquide refroidisseur à injecter. Le travail du Professeur Schreber, dont nous donnons ci-après la

traduction, est, à notre avis, le seul rationnel parmi tous les travaux similaires que nous connaissons sur ces questions.

L'auteur y établit, en particulier, une théorie thermodynamique d'un moteur à deux temps, à alcool, avec injection d'eau, construit d'après les principes qu'il énonce dans la première partie de son travail. Cette théorie a pour base des données tirées d'expériences faites sur un moteur à deux temps à alcool, que l'auteur a inventé.

L'auteur n'utilise, dans ces recherches, que le principe de la conservation de l'énergie, l'équation générale des gaz $pV = BT$, quelques conventions sur les chaleurs spécifiques actuellement adoptées presque partout et... son talent. Ces recherches ont le caractère de généralités et peuvent, sauf quelques modifications dans les cas spéciaux, être appliquées à tout moteur à explosion (ou à combustion).

Nous n'avons trouvé nulle part un exposé plus clair, plus élémentaire, et plus plein de réflexions judicieuses, que dans ce travail ; et, à notre avis, au moment où la quantité des divers moteurs à explosion et leur importance industrielle augmentent de jour en jour, ces recherches peuvent contribuer, pour une grande part, à élucider la théorie encore obscure des moteurs à gaz. Nous avons donc cru rendre service aux techniciens français en traduisant à leur intention le travail du Professeur Schreber.

que, par cette combustion directe, on obtient une température aussi haute que possible du mélange gazeux et, par suite, une pression aussi forte que possible.

Seule, la considération suivante pourrait avoir quelque valeur : l'eau se transforme en vapeur, dont la tension s'ajoute à celle du mélange gazeux. Par conséquent, l'injection de l'eau augmenterait la tension finale du mélange.

Cette assertion, qu'on peut encore actuellement trouver dans la littérature des brevets, est basée sur les phénomènes qu'on observe dans les chaudières à vapeur. Comme, dans ces dernières, en chauffant de l'eau, on obtient de la vapeur et, partant, de la pression, on peut croire qu'en évaporant de l'eau dans un mélange gazeux fortement chauffé, on obtient une augmentation de tension finale.

Un calcul élémentaire montre que cette déduction est complètement erronée. En effet, soient, à la fin de la période d'explosion, p , v , n et T , la pression, le volume, le nombre de molécules et la température absolue. On a alors, entre ces quantités, la relation suivante :

$$pv = nBT. \quad (1)$$

B est une constante, la même pour les gaz et les vapeurs surchauffées. Lorsqu'on calcule le nombre total de molécules, il est donc indifférent de considérer la nature des composants qui constituent le mélange.

Mais, si l'on évapore, dans le même moteur, à un certain moment, par exemple pendant l'explosion, une molécule d'eau, on a alors, à la fin de l'explosion, une pression et une température différentes, tandis que le nombre de molécules a augmenté d'une unité. La relation (1) devient alors :

$$p'v = (n+1)BT'. \quad (2)$$

Entre T et T' , il existe une relation simple, qui dépend de la chaleur de formation de la vapeur d'eau et des chaleurs spécifiques à volume constant, relatives à une molécule du mélange gazeux et de la vapeur d'eau surchauffée : c_v et c'_v . Cette relation est : que la quantité de chaleur nécessaire à la vaporisation et à la surchauffe d'une molécule d'eau est empruntée au mélange gazeux.

Nous avons donc :

$$nc_v(T - T') = \lambda + c'_v(T' - T_s), \quad (3)$$

où T_s est la température d'ébullition à la pression correspondante.

Tirant la valeur de T' de l'équation (3) et divisant l'égalité (2) par l'égalité (1), il vient :

$$\frac{p'}{p} = \frac{n+1}{n} \left[1 - \lambda + \frac{c'_v T - T_s}{nc_v + c'_v T} \right]. \quad (4)$$

Prenons un exemple numérique (2), et admettons pour c_v la valeur : $c_v = 4.938 + 0.001474 T$. Soit $T = 2.000$: la température de l'explosion et $T_s = 177 + 273 = 450^\circ$, d'où, par conséquent, $\lambda = 11.900$ et $c'_v = 6.840 + 0.00120 T$.

Nous avons donc :

$$\frac{p'}{p} = \left(1 + \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{25.300}{17.722n + 17.280}\right),$$

ou, approximativement :

$$\frac{p'}{p} = \left(1 + \frac{1}{n}\right) \left(1 - \frac{34}{21n + 23}\right) = \frac{1 - 13n + 11}{21n + 23}.$$

n étant un nombre positif, on a $p' < p$, c'est-à-dire que, loin d'augmenter par l'injection de l'eau, la tension finale diminue au contraire. En d'autres termes : la chaleur empruntée au mélange gazeux pour la vaporisation de l'eau et la surchauffe de la vapeur formée, vu la valeur élevée de la chaleur de vaporisation de l'eau et de la chaleur moléculaire de sa vapeur, diminue la tension finale du mélange gazeux d'une quantité plus grande que celle qui s'y ajoute par suite de la formation de cette vapeur.

Il est évident que ce résultat est indépendant de la température, et, puisque les ordonnées (pression) du diagramme pv sont liées entre elles par une loi, ces ordonnées s'abaissent ; partant, la surface de travail, dans un moteur à explosion avec injection d'eau, est plus petite que dans un moteur sans injection d'eau. Donc, l'injection d'eau est nuisible.

On arriverait aux mêmes conclusions en partant de considérations sur l'entropie. L'injection et la vaporisation de l'eau dans un mélange gazeux chaud est une opération non réversible, qui conduit à une augmentation de l'entropie totale du système. Une opération où il entre des transformations non réversibles, comparativement à celle où ces dernières n'existent pas, conduit à une diminution du travail produit égale au produit de l'augmentation de l'entropie par la température la plus basse qui existe dans la dite transformation.

Ces conclusions, qui résultent aussi bien des propriétés des gaz et des vapeurs que des lois générales de la thermodynamique, semblent se trouver en contradiction avec la pratique, et notamment avec les résultats obtenus par le moteur Banki, lequel doit sa supériorité sur les autres moteurs à benzine précisément à l'injection de l'eau.

Évidemment, cette contradiction n'est qu'apparente. Aussi bien ailleurs que dans les moteurs Banki, l'injection de l'eau est nuisible. Mais Banki remédie aux désavantages de cette injection par la façon spéciale dont il la pratique, de sorte qu'il en résulte, en définitive, un avantage.

La théorie et la pratique sont d'accord sur une seule amélioration réellement pratique à apporter

au moteur à explosion (leur accouplement s'étant trouvé pratiquement irréalisable); elle consiste à comprimer les gaz *le plus fortement possible*. Mais, si le refroidissement des parois du cylindre ne se fait pas avec la promptitude nécessaire, la chaleur qui y reste s'ajoute à celle que produit la compression, de telle sorte que, les gaz se trouvant à une température plus élevée que celle qui correspond à leur compression seule, il peut se produire finalement une inflammation prématurée des gaz. Il faut donc poursuivre la compression tant que la température du mélange reste inférieure à celle qui correspond à son point d'inflammation spontanée.

C'est ici que l'injection de l'eau montre son utilité, en rendant inoffensive la chaleur de compression. Banki est le seul, parmi les constructeurs de moteurs à injection, qui ait envisagé l'injection de l'eau de cette manière, et c'est pourquoi son moteur est le seul, parmi tant de similaires, qui ait donné de bons résultats. Mais Banki n'est pas allé plus loin dans ces considérations théoriques.

On tire de l'équation (5) :

$$\begin{aligned} \frac{p'}{p} &= 1 - \frac{1}{n} + \frac{8}{21n + 23} + \frac{12}{n(21n + 23)} \\ &= 1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{2,625n + 2,875} + \frac{1}{n(1,75n + 1,9)}. \quad (6) \end{aligned}$$

Les deux derniers termes peuvent être négligés en présence de $\frac{1}{n}$, attendu que n , nombre de molécules du mélange gazeux où l'on injecte une molécule d'eau, est toujours plus grand que 1. Mais alors, on voit que le rapport $\frac{p'}{p}$ se rapprochera d'autant plus de 1 que n sera plus grand. On peut, d'ailleurs, obtenir la même conclusion en dérivant l'équation (5) par rapport à n . Cette conclusion peut s'exprimer comme suit :

Plus grand est le nombre de molécules gazeuses où l'on injecte une molécule d'eau, ou, inversement, plus petite est la quantité d'eau que l'on injecte dans un certain nombre de molécules gazeuses, plus petite est la diminution de la pression par suite de cette injection, et, partant, plus grand le travail gagné.

Il faut donc, quand on cherche à diminuer la chaleur produite par la compression, injecter le moins possible d'eau.

Ce n'est pas le cas dans le moteur Banki.

Les gouttelettes d'eau aspirées en même temps que l'air dans le cylindre restent pour la plupart sur les parois du cylindre, tout en se déplaçant avec le piston; de cette façon, elles ne refroidissent nullement l'intérieur du cylindre pendant la compression. Elles ne se vaporisent que pendant la période d'explosion, par suite du contact avec

les gaz chauds et avec les parois du cylindre qui se sont aussi chauffées en absorbant une partie de la chaleur produite par l'explosion. Mais alors, comme le montre l'égalité (5), il y a abaissement de la tension du mélange à la fin de l'explosion. Seules, les quelques gouttelettes d'eau qui, pendant l'aspiration, se trouvaient en suspension dans l'air, ont agi efficacement pendant la compression : leur évaporation absorbe de la chaleur et détermine ainsi un refroidissement. Ce que nous venons de dire est démontré par la basse température des gaz d'échappement. Ces derniers ne sont pas seulement refroidis par le travail qu'ils ont produit et par l'action des parois, mais aussi par l'évaporation des gouttelettes d'eau qui se trouvaient sur celles-ci.

Si l'on veut obtenir, avec une quantité d'eau aussi petite que possible, un refroidissement efficace pendant la compression, il faut que l'eau s'évapore complètement pendant cette opération, à une température aussi basse que possible.

L'injection ne doit pas avoir lieu avant que l'intérieur du cylindre ait atteint la température d'ébullition du liquide injecté à la pression correspondante. Si la vitesse d'évaporation des liquides était infiniment grande, on pourrait commencer l'injection à cet instant même, en déterminant sa quantité de telle façon que l'intérieur du cylindre conserve une température égale à la température d'ébullition du liquide à la pression correspondante. Nous manquons de données expérimentales relatives à cette vitesse. Cependant, on peut affirmer qu'elle n'est pas infinie. On peut admettre, comme première approximation, qu'elle est proportionnelle à la différence entre la température d'ébullition du liquide à la pression correspondante et celle qui règne à l'intérieur du cylindre. Cette différence de température que nécessite la vaporisation complète du liquide injecté pendant la période même de la compression, et qui varie avec la nature du liquide, est aussi fonction de la vitesse du piston.

Il est évident que la différence de température nécessaire à cause de la vitesse finie de la vaporisation des liquides produit une perte de travail. Mais on obtient ainsi la certitude que le liquide injecté s'évapore complètement pendant la compression et qu'il ne reste pas, sur les parois du cylindre, des gouttelettes de ce liquide qui, en s'évaporant pendant l'explosion, détermineraient, comme nous l'avons vu plus haut, une perte encore plus grande de travail obtenu.

L'injection du liquide doit cesser au moment où la compression est arrivée à un point tel qu'en la poursuivant sans injection, la température du mélange gazeux qu'on continue à comprimer et qui,

par conséquent, s'élève, reste inférieure à la température d'inflammation spontanée du mélange, et que l'irrégularité dans le refroidissement du cylindre et autres causes similaires ne puissent pas déterminer l'inflammation.

Il faut donc, d'après les lois générales des propriétés des gaz et des vapeurs, diviser la période de compression en trois phases. La première, comme d'habitude, est adiabatique-isentropique, la deuxième avec injection, et la troisième sans injection, adiabatique isentropique.

La durée de la première phase dépend de la nature du liquide injecté, de la vitesse de rotation et, pour un moteur donné, est déterminée une fois pour toutes. Au contraire, la durée de la deuxième phase dépend de la charge. Les mélanges pauvres, qui brûlent et s'enflamment difficilement, peuvent être comprimés jusqu'à une température plus élevée que les mélanges riches et plus facilement inflammables. La durée de la deuxième étape, relativement à celle de la troisième, sera donc plus courte dans le cas des mélanges pauvres que dans le cas des mélanges riches. Avec des combustibles liquides, on peut obtenir de la sorte des résultats qui, tout en ne différant pas des précédents au point de vue théorique, ont une grande importance au point de vue pratique, notamment en ce qui concerne la construction des moteurs. Ainsi, on peut employer le combustible lui-même comme liquide refroidisseur, et, de cette façon, on épargne les appareils nécessaires à sa vaporisation. De là, finalement, on peut facilement passer aux moteurs à deux temps. Le principal désavantage des moteurs à deux temps, c'est que le mélange déjà préparé est chassé par une pompe dans l'intérieur du cylindre pendant que l'ouverture d'échappement est encore ouverte. On a imaginé des dispositifs très ingénieux pour diminuer la perte du mélange par l'ouverture d'échappement.

Mais, si le mélange actif n'est introduit que pendant la compression, on peut alors aspirer seulement l'air; celui-ci chasserait les gaz brûlés et s'échapperait en partie avec ces derniers, ce qui ne présente aucun inconvénient et n'exige qu'une pompe un peu plus grande. Il y a mieux: le cylindre, de cette façon, ne contiendra aucune trace de gaz brûlés au commencement de la compression, mais seulement de l'air pur.

Une propriété importante dont doivent jouir les liquides employés dans des moteurs à explosion ainsi construits est que leur chaleur de vaporisation soit suffisamment grande pour que la chaleur de compression soit absorbée. Mais beaucoup de liquides, et notamment les produits de la distillation du pétrole, ne possèdent pas cette propriété. D'autre part, ces derniers n'étant pas miscibles à

l'eau, qui possède une forte chaleur de vaporisation, on est obligé de diviser la deuxième phase de la compression en deux parties, de façon que le liquide injecté et l'eau soient introduits séparément. Il faut que cette séparation soit faite dans l'espace seul, ou bien dans l'espace et le temps; cela dépendra du point d'ébullition du liquide combustible et de celui de l'eau. Mais, si le liquide possède une chaleur de vaporisation convenable et qu'il soit miscible à l'eau, on obtient un mélange dont la chaleur de vaporisation est suffisante. Dès lors, on a un moteur à deux temps où n'existe qu'une seule période d'injection pendant la compression.

Ce combustible est l'alcool.

D'abord, l'alcool possède une chaleur de vaporisation assez grande par rapport à son poids moléculaire. Ensuite, étant donnée la facilité avec laquelle ce liquide se mélange avec l'eau, on peut faire varier la valeur de cette chaleur de vaporisation.

Un moteur à alcool à deux temps de cette espèce travaillera de la façon suivante: le piston se trouvant au point mort du côté de l'arbre moteur, les gaz d'échappement sont presque entièrement expulsés par suite de la pression des gaz à la fin de la détente, pression supérieure à la pression atmosphérique. Le restant des gaz sera chassé par l'air frais amené dans le cylindre au moyen d'une pompe spéciale, de telle sorte qu'au sortir du piston il ne reste dans le cylindre que de l'air pur. Par la compression, cet air s'échauffe. Quand la température de compression atteint une valeur supérieure à la température de vaporisation de l'alcool à la pression correspondante, la différence est déterminée par la condition que, pendant toute la durée d'infection, la température qui règne à l'intérieur du cylindre demeure supérieure à la température d'ébullition du mélange à la pression correspondante. On commence alors à injecter de l'alcool, dont la quantité est réglée par un régulateur. On continue ensuite la compression sans injection. On enflamme ensuite le mélange par un moyen approprié, et le cycle d'opérations se poursuit comme d'habitude.

II. — RECHERCHES THERMODYNAMIQUES SUR UN MOTEUR A EXPLOSION AVEC INJECTION D'UN LIQUIDE REFRIGÉRISEUR AU MILIEU DE LA PÉRIODE DE COMPRESSION.

Pour donner à nos recherches thermodynamiques une base concrète, nous commencerons tout de suite par un moteur à deux temps du genre de celui dont il est question plus haut. Les résultats obtenus sont immédiatement applicables au moteur à gaz avec refroidissement pendant la compression, tandis que leur application aux moteurs

à deux temps et à pétrole (ou qui emploient les produits de sa distillation) demande quelques changements, étant donné qu'il y faut faire l'injection en deux périodes.

Désignons par (1) le commencement de la première étape et par (2) le commencement de la deuxième; par (3) celui de la troisième, par (4) celui de l'explosion qui, par hypothèse, est instantanée; par (5) et (6) ceux de la détente et de l'échappement; nous admettons que la durée de cette dernière est également infiniment petite.

Ces considérations théoriques laissent de côté l'aspiration et l'échappement dans les moteurs à quatre temps, aussi bien que la durée de l'échappement dans les moteurs à deux temps.

Ensuite, désignons par :

v , le volume entre le piston et le fond du cylindre;
 n , le nombre de molécules contenues dans ce volume;

p , la pression en kg/cm^2 ;

T , la température absolue;

\bar{c} , l'entropie à partir de la température de fusion de la glace.

Les variables ci-dessus portent l'indice des commencements des périodes auxquelles elles se rapportent.

D'après ce que nous avons admis quant à la durée des périodes d'explosion et d'échappement, nous pouvons déjà écrire : $v_4 = v_5$, et $v_6 = v_1$.

Au début de la compression (1), le volume v_1 contient n molécules, qui sont comprimées aux dépens de l'énergie cinétique du volant. Par là, l'air s'échauffe, mais si peu que nous pouvons admettre que les chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant c_p et c_v , sont indépendantes de la température.

En admettant que la compression est adiabatique, nous pouvons écrire :

$$\frac{pv}{\mu_1 k} = \frac{\mu_1 k}{\mu_1 v_1 k}; \quad T_1 k^{-1} = T_v v_1 k^{-1}; \quad \bar{c} = \bar{c}_1 \quad (7)$$

où $k = c_p/c_v$, rapport des chaleurs spécifiques de l'air, et $B = c_p - c_v = 1,970 \text{ cal/kgm}^\circ\text{C}$. B est une constante commune à tous les gaz.

Au point (2), nous avons p_2 , v_2 , T_2 et \bar{c}_2 .

Pendant la période d'injection, il y a d'abord absorption de chaleur aux dépens de la masse gazeuse pour vaporiser le liquide injecté. Ensuite, le nombre de molécules à l'intérieur du cylindre augmente. De sorte que cette période de compression diffère essentiellement des compressions habituelles. Pour l'étudier, nous servirons des lois fondamentales de la Thermodynamique.

Ecrivons le principe de la conservation de l'énergie sous la forme habituelle :

$$dQ = dU + pdv. \quad (8)$$

où dQ est la chaleur empruntée à l'extérieur, dU la variation de l'énergie interne, pdv le travail externe.

Pendant la compression, il n'est pas question de formes d'énergie autres que chaleur et travail. Si le point de repère pour calculer l'énergie interne U du mélange composé de gaz et de vapeur surchauffée est le point de fusion de la glace, nous aurons :

$$U = n_g c_v T - T_0 + n_v (\eta_s - \eta_0 + r_s + c'_v T - T_s),$$

où n_g et n_v sont les nombres de molécules des gaz et des vapeurs, $T_0 = 273^\circ$, T_s la température d'ébullition du liquide à la pression correspondante, η et r les chaleurs interne et de vaporisation de l'eau, c_v et c'_v les chaleurs spécifiques des gaz et de la vapeur à volume constant.

Posons : $\lambda_s = \eta_s - \eta_0 + r_s$. Nous aurons alors, vu que le nombre de molécules du gaz reste invariable pendant l'injection :

$$dU = (n_g c_v + n_v c'_v) dT + [\lambda_s + c'_v T - T_s] dn_v.$$

La valeur de c'_v pour la vapeur d'alcool et d'eau diffère très peu de c_v . De plus, n_v doit être aussi petit que possible relativement à n_g , comme nous l'avons montré plus haut. Dès lors, nous pouvons écrire :

$$n_g c'_v + n_v c'_v = n c_v,$$

où n est le nombre total de molécules. Dans les applications numériques, il faut donner à c_v une valeur un peu plus grande que celle qui correspond à l'air pur.

Ensuite, la surchauffe n'est pas forte pendant la période d'injection et, partant, $(T - T_s)$ est assez petit pendant que λ_s a une valeur très élevée. Nous pouvons donc négliger $c_v (T - T_s)$ vis-à-vis de λ_s .

Et, vu que n_g est constant, nous aurons :

$$dn_v = dn - n_g = dn.$$

Finalement,

$$dU = n c_v dT + \lambda_s dn.$$

c_v est fonction de n , c_v et λ_s sont fonctions de T . Mais leur variation pendant cette période de compression est peu sensible. Nous pouvons donc admettre qu'ils sont constants.

En combinant cette dernière équation avec l'équation générale des gaz, laquelle est ici applicable à cause de la surchauffe des vapeurs, et avec l'équation (8), nous aurons :

$$dQ = n c_v dT + \lambda_s dn + n B T \frac{dv}{v}.$$

En admettant que l'effet des parois pendant cette période de compression n'existe pas, c'est-à-dire en posant $dQ = 0$, nous aurons :

$$0 = c_v dT + \lambda_s \frac{dn}{n} + B T \frac{dv}{v}.$$

C'est là la seule relation que nous donne le principe de la conservation de l'énergie entre les trois variables n , v et T .

Pour en obtenir d'autres, nous devons choisir certaines conditions arbitraires dont nous tiendrons compte pour la construction du moteur; si l'on se donne la position du piston, v , qui peut se mesurer immédiatement, peut donc être pris comme variable indépendante. D'autre part, T doit toujours être un peu supérieur à T_s . Mais cette dernière augmente quand v diminue, c'est-à-dire quand la pression augmente; posons alors :

$$T = a + \frac{b}{v}, \quad (8a)$$

où a et b sont des constantes à déterminer par le mode de construction du moteur.

Dès lors, nous avons :

$$0 = \frac{dn}{n} + \frac{B ad_v}{\lambda_s v} - \frac{(c_v - B) b}{\lambda_s} \frac{dv}{v^2} - \frac{dv}{v^2} = \frac{dn}{n} + \alpha \frac{dv}{v} + \beta \frac{dv}{v^2},$$

en posant :

$$\frac{B a}{\lambda_s} = \alpha \quad \text{et} \quad \frac{(c_v - B) b}{\lambda_s} = \beta.$$

Par l'intégration, on obtient :

$$n v^\alpha e^{\frac{\beta}{v}} = \text{const} = n_2 v_2^\alpha e^{\frac{\beta}{v_2}}. \quad (8b)$$

Si, au lieu de la condition (8a), on se donne T constante, il vient, au lieu de (8b) :

$$n v^2 = n_2 v_2^2.$$

A l'aide des équations (8a) et (8b) et de l'équation des gaz, on peut, dans le diagramme $p-v$, construire la ligne 2-3, en tirant des équations (8a) et (8b), pour une valeur donnée de v , les valeurs correspondantes de T et de n , et en mettant ces valeurs dans l'équation des gaz.

Pour construire la ligne 2-3 dans le diagramme entropique, nous devons savoir comment varie l'entropie pendant cette période de la compression. Comme l'intérieur du cylindre doit être à une température plus haute que celle qui correspond à la température d'ébullition du liquide injecté, pour que sa vaporisation ait lieu sans retard, il s'y produit un échange de chaleur à une différence de température finie, qui amène une augmentation de l'entropie. Nous déterminerons cette augmentation par la méthode graphique dont nous nous sommes servi dans notre travail intitulé : *La valeur motrice des gaz combustibles*.

Soit (fig. 1) A, B, C, D, d , a , la chaleur absorbée par une molécule de vapeur d'eau surchauffée. Aa est la température T_0 à laquelle la molécule d'eau se trouve à son entrée dans le cylindre. $Bb = Cc$ est la température T , d'ébullition à la pression corres-

pondante; Dd est la température T à laquelle la molécule est portée par la surchauffe. C'est celle de l'intérieur du cylindre. Cette chaleur est fournie à la molécule par le contenu du cylindre. Alors, si $B'b' = A'a' = Dd$, nous aurons :

$$B'A'a'L' = ABCDda.$$

Pendant que l'entropie de la molécule d'eau s'accroît de ad , celle du contenu du cylindre diminue au contraire de $B'a'$. Mais, comme la molécule d'eau, aussitôt qu'elle est vaporisée, appartient au contenu du cylindre, l'entropie totale de ce dernier diminue de $ad - B'a'$.

Si $\Delta \bar{e}$ est la variation de l'entropie pendant le trajet (2-3), par suite de l'injection de n molécules, la variation de l'entropie correspondant à l'injection d'une molécule est :

$$\frac{\partial \Delta \bar{e}}{\partial n}.$$

Et nous obtenons :

$$\frac{\partial \Delta \bar{e}}{\partial n} = \bar{ad} - \bar{B'a'}.$$

La chaleur absorbée par une molécule de vapeur surchauffée peut s'exprimer de la façon suivante :

$$ABCDda = q_s - q_0 + c'_v(T - T_s).$$

Et nous obtenons, vu l'équivalence des surfaces :

$$B'a' = \frac{(A'B'a'L')}{T} = \frac{q_s - q_0 + r + c'_v(T - T_s)}{T}.$$

D'autre part, nous avons :

$$ad = \bar{e}_s - \bar{e}_0 + \frac{r}{T_s} + c'_v \lg \frac{T}{T_s},$$

où \bar{e}_s et \bar{e}_0 sont les entropies de la molécule injectée aux températures T_s et T_0 .

Ensuite, nous aurons finalement :

$$\Delta \bar{e} = \int_2^3 \left\{ \bar{e}_s - \bar{e}_0 + \frac{r}{T_s} + c'_v \lg \frac{T}{T_s} - \frac{q_s - q_0 + r + c'_v(T - T_s)}{T} \right\} dn.$$

Pour résoudre cette intégrale, il faut :

1° Exprimer la température d'ébullition T_s du liquide en fonction de la pression à l'aide de la courbe de pression de sa vapeur ;

2° Exprimer la pression en fonction des volume, température et nombre de molécules, à l'aide de l'équation des gaz ;

3° Exprimer la température et le volume en fonction du nombre de molécules.

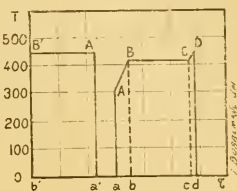


Fig. 1. — Diagramme de la chaleur absorbée par une molécule d'eau surchauffée.

Finalement, toutes ces quantités se trouveront exprimées en fonction de n , nombre de molécules. Mais, même pour les liquides purs, et, à plus forte raison, pour les mélanges de liquides, cette courbe de pression n'existe pas sous forme analytique, et même si l'on employait une formule empirique approximative, on arriverait à des formules très compliquées. De plus, la variation d'entropie dont il est ici question est relativement faible par rapport à cette même variation dans les autres périodes du même cycle. On peut, par conséquent, pour arriver à une solution très approchée, remplacer T et T_s par des températures moyennes, et effectuer l'intégration.

Désignons la valeur moyenne de la fonction sous le signe d'intégrale par $F(T_s, T_s)$. Nous aurons alors :

$$\Delta \mathcal{E} = F(T_s, T_s, n_s) \quad (8 c)$$

où n_s est le nombre des molécules injectées. Les diverses quantités qui entrent dans $F(T_s, T_s)$ sont, pour l'eau pure, comme dans le cas des moteurs à gaz, celles qui servent de base à la construction de la figure 1. Et, si l'on emploie l'alcool ou n'importe quel autre liquide, il faut alors, bien entendu, dans $F(T_s, T_s)$, donner aux diverses quantités des valeurs en conséquence.

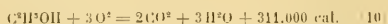
Pour pouvoir injecter au moyen d'une pompe le liquide dans le cylindre, il faut que la pression y soit supérieure à celle qui règne dans le cylindre; cette différence de pression amène une augmentation de l'entropie. Mais, vu la grande valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur et le petit volume du liquide injecté, cette variation de l'entropie est négligeable vis-à-vis des autres variations.

La troisième période de la phase de compression est, comme la première, adiabatique-isentropique. Elle est donc caractérisée par les équations suivantes :

$$p^{\gamma} v^{\gamma} = p_s v_s^{\gamma}; \quad T_1 k^{-1} = T_s v_s^{k-1}; \quad \mathcal{E} = \mathcal{E}_s \quad (9)$$

Il est à remarquer que n_s est plus grand que n de (1) du nombre de molécules injectées et que la valeur de k diffère ici des précédentes, parce que nous nous trouvons maintenant en présence d'un mélange de gaz et de vapeurs surchauffées.

La combustion de l'alcool se fait d'après la formule suivante :



Dans cette formule, la molécule d'alcool, aussi bien que les 3 molécules d'eau formées, sont considérées comme se trouvant à l'état de vapeur. L'alcool est introduit dans le cylindre à l'état liquide et vaporisé pendant le trajet (2-3), de telle sorte qu'au point (4) il se trouve à l'état de vapeur. La quantité de chaleur $\Pi = 311.000$ calories correspond

donc au trajet (4-3). Nous admettons ici, de même que dans notre travail mentionné plus haut, que cette chaleur, provenant de la réaction chimique, peut être considérée comme étant fournie de l'extérieur au gaz en question par une opération réversible.

Par la formule (10), on voit que, les molécules étant supposées à l'état de vapeur, le nombre des molécules après la réaction augmente d'une unité. Au contraire, dans les moteurs à gaz, ce nombre diminue.

Pour simplifier les calculs, nous admettons que cette augmentation se produit spontanément au point (4). Nous avons ainsi au point (4) n_s molécules correspondant à la ligne (2-3) et $n_s = n_s + 1$, correspondant à la ligne (4-3). C'est pour cette raison que la ligne pointillée qui représente le nombre de molécules dans la figure 2 est discontinue au point $v = 0,1$.

Si la chaleur moléculaire des gaz après l'explosion est donnée par la formule $a + bT$, nous aurons :

$$\Pi = n_s \int_{T_1}^{T_s} (a + bT) = n_s (T_s + T_1) \left[a + \frac{b}{2} (T_s + T_1) \right].$$

Et la température de l'explosion est donnée par :

$$T_s = T_1 + \frac{\Pi}{n_s \left[a + \frac{b}{2} (T_s + T_1) \right]}. \quad (11 a)$$

Cette équation quadratique se résout aisément par approximation.

On tire la pression p_s de l'équation des gaz en y posant $v_1 = v_s$ et on a :

$$p_s = p_1 \frac{n_1 T_s}{n_s T_1}. \quad (11 b)$$

La variation de l'entropie correspondant à la ligne (4-3) se déduit de la définition analytique de

l'entropie : $dT = \frac{dq}{T}$, où dq est la quantité infiniment petite de chaleur absorbée par le corps à la température T , et par conséquent :

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_s + n_s \left[a \log \frac{T_s}{T_1} + b(T_s - T_1) \right]. \quad (11 c)$$

La détente, qui commence au point (5), est adiabatique-isentropique. Mais vu la haute température des gaz, il faut tenir compte de la variation de leur chaleur moléculaire. Par suite, nous aurons :

$$\left. \begin{aligned} \frac{T_s}{T} = e^{\frac{b}{a} (T_s - T)} &= \left(\frac{v_s}{v} \right)^{\frac{R}{a}} \\ p = p_s \left(\frac{v_s T}{v T_s} \right) & \quad \mathcal{E} = \mathcal{E}_s \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

On trouve de cette façon le point 6 et l'on achève la construction du diagramme par la ligne perpendiculaire à l'axe des volumes d'après la condition

$v_1 = v_2$. Cette dernière construction est basée habituellement sur l'hypothèse qu'on enlève au mélange à volume constant une quantité de chaleur telle que la pression tombe jusqu'à la pression atmosphérique. Cette hypothèse n'est pourtant pas admissible ici, vu que le nombre de molécules augmente d'abord par suite de l'injection correspondant à la ligne 2-3, ensuite en vertu de la formule (10) correspondant à la ligne 4-5. Quant on refroidit les gaz jusqu'à la température ambiante, la pression reste notablement supérieure à la pression atmosphérique, et ce surcroît de pression doit être supprimé. Aussi cette dernière opération est représentée par une droite joignant 6 et 1.

Dans le diagramme entropique, nous partageons la période d'échappement en deux : 1° refroidissement du mélange gazeux à volume constant jusqu'à la température ambiante; 2° échappement et expulsion.

A la première partie correspond une variation d'entropie :

$$\bar{e}_6 - \bar{e} = n_1 \left(a \lg \frac{T_6}{T} + b [T_6 - T] \right). \quad (13)$$

La deuxième partie amène aussi une diminution d'entropie, étant donné que la masse du mélange diminue, sa température restant constante, et que nous avons admis que le contenu du cylindre est épuisé et ramené à l'état correspondant au commencement de la compression, de sorte que finalement le diagramme entropique se trouve fermé.

L'application des formules données plus haut a été faite pour la construction de deux diagrammes $v-p$ et $\bar{e}-T$ d'un moteur à deux temps et à alcool, avec injection d'alcool pendant la compression. Nous avons admis que le cylindre contient au commencement de la compression, son volume étant $v_1 = 1$, $n = 30,00$ molécules d'air à la température ambiante, qui est égale à $273 + 20 = 293^\circ$, et à la pression atmosphérique égale à $p_1 = 1$. Ces molécules d'air subissent une compression adiabatique-isentropique jusqu'à ce qu'elles occupent un volume $v_2 = 0,40$; k a ici la valeur de 1,401. Pendant la compression du volume $v_2 = 0,40$ jusqu'à $v_3 = 0,15$, on injecte de l'alcool dont le poids spécifique est égal à 0,83; cet alcool contient pour une molécule d'alcool 0,373 H²O, de façon que, dans les 30,00 molécules d'air, on a injecté 1,373 d'alcool. La chaleur moléculaire de vaporisation λ_3 est égale à 12.200. Nous admettons pour la chaleur moléculaire du mélange d'air et de vapeurs d'alcool et d'eau $c_p = 5,36$. La différence $c_p - c_v = B = 1,97$.

A l'aide de ces données, l'équation (8₀), écrite pour les points 2 et 3, nous donne une relation entre les constantes a et b qui entrent dans l'équation (8_a). En appliquant cette dernière au point 2, on en tire une deuxième relation entre a et b , qui, de cette

façon, sont déterminés; et finalement nous pouvons déterminer les grandeurs p , n et T , pour toutes les valeurs de v entre $v_2 = 0,40$ et $v_3 = 0,15$.

A l'aide des tables de Zeuner, quand on a déterminé la pression et la température dans le cylindre, correspondant à la molécule moyenne d'alcool égale à 0,686, on détermine la valeur moyenne de (8_c) et, par là, la variation de l'entropie, pendant la durée du trajet 2-3. Entre les points 3 et 4, où $v = 0,10$, $k = 1,350$ et $n_3 = 31,373$, la compression est adiabatique-isentropique.

Au point 4, $n_4 = 32,373$ et la chaleur spécifique moléculaire à volume constant est $c_v = 4,638 + 0,001,474T$; ces valeurs se conservent sur toute

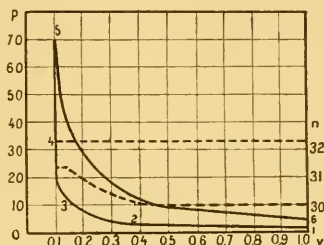


Fig. 2. — Diagramme volume-pressure d'un moteur à alcool à deux temps avec injection d'alcool pendant la compression.

la ligne d'explosion, d'expansion et sur celle qui ferme le diagramme.

On a trouvé dans l'expérience précédente, pour les constantes a et b , les valeurs suivantes :

$$a = 383,2; \quad b = 15,98,$$

de façon que l'équation (8_a) devient :

$$T = 383,2 + \frac{15,98}{v},$$

et l'équation (8_b) devient

$$n_2 v_2^{\alpha} \alpha_0^{\beta} / v_1 = 28,57,$$

où

$$\alpha = 0,0636 \text{ et } \beta = 0,00471.$$

Tous les résultats obtenus sont consignés dans le tableau I (page 742).

A l'aide de ce tableau, on a construit les deux diagrammes (fig. 2 et 3). Dans le diagramme $p-v$, nous avons, en plus, indiqué le nombre des molécules contenues dans le cylindre. Vu qu'il y a une discontinuité vers la fin du trajet 2-3 et le commencement de 4-5, nous avons prolongé la courbe représentant le nombre des molécules depuis $v = 0,15$ jusqu'à $v = 0,125$. On réglera en conséquence l'organe chargé d'injecter le liquide.

Les angles que fait la courbe du diagramme $p-v$ aux points 2 et 3 sont imperceptibles; mais, par

contre, ils sont très accentués dans le diagramme entropique. D'ailleurs, le diagramme entropique, dans notre cas, se distingue d'une façon caractéristique de ceux que donnent d'habitude les moteurs à gaz proprement dits. D'abord, le diagramme entropique se termine par la ligne de température ambiante 1' 1. Cette ligne donne l'accroissement de l'entropie sous l'influence des deux causes suivantes : 1° l'injection d'un liquide pendant le trajet 2-3; 2° la variation du nombre des molécules au point 4 en vertu de la réaction chimique.

Dans les diagrammes entropiques habituels des moteurs à explosion, on admet arbitrairement que le nombre de molécules ne varie pas. En effet, l'équation des gaz se rapportant presque toujours à l'unité de poids, si l'on voulait y tenir compte de la variation du nombre des molécules, on serait conduit à des calculs longs et compliqués. Mais, si

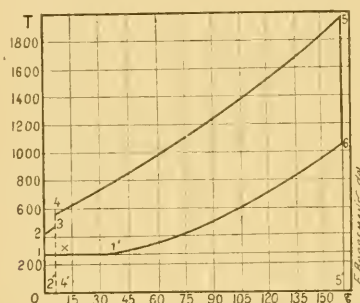


Fig. 3. — Diagramme entropique d'un moteur à deux temps d'alcool avec injection d'alcool pendant la compression.

on rejette l'hypothèse de l'invariabilité, qui ne peut être rigoureusement justifiée en aucun cas, les diagrammes entropiques des autres moteurs à explosion devraient se terminer aussi par une ligne de température constante.

La ligne 2-3, au lieu d'être, comme d'habitude, parallèle à l'axe des températures, est ici inclinée sur cet axe, puisque l'injection est une opération réversible et amène, comme l'on sait, un accroissement de l'entropie. Cet accroissement de l'entropie est représenté par le segment 2'-4'; en le comparant au segment 4'-5', qui donne l'augmentation de l'entropie pendant l'explosion, on verra la justification du calcul approximatif que nous avons fait en cherchant l'augmentation de l'entropie pendant 2-3.

Dans les moteurs à explosion et dans la machine à vapeur, le rendement est donné par le rapport des surfaces exprimant la chaleur transformée en travail et la chaleur totale. Notre cas demande pourtant quelques modifications. La chaleur développée par la réaction chimique est, sans aucun

doute, représentée par l'aire 4-5-6-1'-X, transformée en travail. Mais ce travail, même dans les

TABLEAU 1. — Valeurs calculées des diverses caractéristiques d'un moteur à injection d'alcool.

POINT	v	p	τ	T	n
1	1,00	1,00	0	293,0	30,00
	0,90	1,16	"	305,6	"
	0,80	1,37	"	320,1	"
	0,70	1,65	"	338,0	"
	0,60	2,05	"	369,6	"
	0,50	2,64	"	386,9	"
2	0,40	3,61	0	423,1	30,00
2	0,40	3,61	0,00	423,1	30,00
	0,35	4,21	0,96	428,8	30,21
	0,30	5,04	2,07	436,1	30,45
	0,25	6,25	3,31	447,1	30,72
	0,20	8,17	4,73	463,1	31,03
3	0,15	11,65	6,40	489,7	31,37
3	0,15	11,65	6,40	489,7	31,37
	0,14	12,79	"	501,7	"
	0,13	14,14	"	515,8	"
	0,12	15,75	"	529,4	"
	0,11	17,71	"	545,8	"
4	0,10	20,14	6,40	564,3	31,37
4	0,10	20,14	6,40	564,3	32,37
	"	"	9,38	664,3	"
	"	"	22,50	764,3	"
	"	"	37,00	864,3	"
	"	"	50,31	964,3	"
	"	"	62,68	1,064,3	"
	"	"	74,30	1,164,3	"
	"	"	85,31	1,264,3	"
	"	"	95,81	1,364,3	"
	"	"	105,86	1,464,3	"
	"	"	115,54	1,564,3	"
	"	"	124,90	1,664,3	"
	"	"	133,98	1,764,3	"
	"	"	142,80	1,864,3	"
	"	"	150,89	1,964,3	"
5	0,10	22,44	160,69	1,975,1	32,37
5	0,10	22,44	160,69	1,975,1	32,37
	0,117	59,81	"	1,900,0	"
	0,144	46,04	"	1,800,0	"
	0,170	34,98	"	1,700,0	"
	0,221	26,25	"	1,600,0	"
	0,284	19,45	"	1,500,0	"
	0,364	14,17	"	1,400,0	"
	0,414	12,00	"	1,350,0	"
	0,473	10,13	"	1,300,0	"
	0,542	8,50	"	1,250,0	"
	0,623	7,10	"	1,200,0	"
	0,719	5,89	"	1,150,0	"
	0,835	4,85	"	1,100,0	"
	0,974	3,97	"	1,050,0	"
6	1,000	3,84	160,69	1,042,0	32,37
6	1,000	3,84	160,69	1,042,0	32,37
	"	"	148,92	942,0	"
	"	"	135,30	842,0	"
	"	"	122,80	742,0	"
	"	"	107,97	642,0	"
	"	"	91,14	542,0	"
	"	"	72,19	442,0	"
	"	"	48,89	342,0	"
1'	"	"	36,93	293,0	32,37
1	1,000	1,00	0,00	293,0	0,00

meilleures conditions théoriques, n'est pas intégralement transmis à l'arbre moteur, car une partie de ce travail est dépensée pendant la compression.

Pour maints moteurs à explosion, on admet, théoriquement du moins, que la compression est une opération réversible et que le travail qu'on y dépense est retrouvé intégralement pendant l'expansion. Dans notre moteur à alcool, une partie de la compression est irréversible; il y a donc une perte de chaleur définitive, laquelle est représentée par l'aire (2-3-4'-2'), où la partie (2-3-X-1) est tout de même transformée en travail et s'ajoute au travail produit par la réaction chimique. En définitive, le travail est donné par l'aire :

$$4-5-6-1'-X-2-3-4'-2'-2-3-X-1 \\ = (1-2-3-4-5-6-1'-1-2-3-4'-2').$$

Le rendement théorique est donc :

$$\mu = \frac{[1-2-3-4-5-6-1'-1-2-3-4'-2']}{[4-5-6-1'-1]}.$$

Comme le montre le diagramme, l'aire (2-3-4'-2') est très petite comparativement aux deux autres et elle peut être ajoutée aux deux termes de la fraction, sans qu'il s'ensuive un changement notable; mais alors le rendement μ est donné par :

$$\mu = \frac{[1-2-3-4-5-6-1'-1]}{[1-2-3-4-5-6-1'-2'-1]}$$

qui a la forme habituelle.

Si l'on évalue ces aires, on a $\mu = 0,532$ et $\mu = 0,539$, dont la différence entre dans les erreurs pratiquement admissibles.

Il est ici à remarquer qu'à la base du calcul de ce rendement se trouve la puissance calorifique de l'alcool à l'état de vapeur, représentée par l'aire (4-5-6-1'). Pour pouvoir faire des comparaisons des rendements avec d'autres moteurs à alcool, il faut les rapporter à l'alcool liquide, et alors $\mu = 0,533$ et $\mu = 0,561$.

La vaporisation de l'alcool, qui, dans d'autres moteurs à alcool, exige un carburateur, ne se fait pas non plus, dans notre cas, sans dépense de travail et notamment exige une quantité de chaleur représentée par (1-X-4'-2'), mais, par contre, n'exige pas de carburateur.

III. — LE MOTEUR BANKI.

Les formules établies précédemment vont nous permettre, entre autres, d'analyser d'une façon rationnelle le moteur Banki.

Nous avons dit que Banki a le premier compris la véritable valeur de l'injection de l'eau. Mais, comme cette dernière est admise dans son moteur pendant l'aspiration, il s'y présente des difficultés au point de vue de sa vaporisation. Dans notre moteur, on s'est arrangé de façon que le liquide injecté se vaporise au fur et à mesure de son injection, tandis que, dans celui de Banki, des hypo-

thèses arbitraires doivent être admises pour pouvoir construire les diagrammes théoriques.

Nous nous occuperons du diagramme entropique comme le plus important; le diagramme $p-v$ peut s'en déduire.

En me basant sur les expériences de Jonas faites sur un moteur Banki, j'ai trouvé pour le rapport de l'eau et de la benzine la valeur de 4,86 Guldner donne 4,84.

Pour pouvoir faire la comparaison avec le moteur étudié précédemment, nous admettons qu'au lieu de la benzine une certaine quantité d'alcool, équivalente au point de vue de la chaleur développée, est introduite dans le moteur.

A la quantité de benzine employée, donnée par les expériences de Jonas, correspond une quantité de chaleur de 10,179 cal./kg.; comme une molécule d'alcool à l'état de vapeur développe 31,100 cal., à une quantité de benzine dépensée pendant une heure correspondrait 0,190 C²H⁵OH, quantité à laquelle, d'après le rapport donné ci-dessus, il faut ajouter 1,373 molécules d'eau. Il s'ensuit que, pour une molécule d'alcool, 8,290 molécules d'eau sont nécessaires, tandis que, dans notre moteur, il n'en faut que 0,373.

Les chaleurs de vaporisation de deux quantités de benzine et d'alcool, équivalentes quant à la chaleur de combustion dégagée, sont très différentes et celle de l'alcool est de beaucoup plus grande que celle de la benzine. Pour simplifier les calculs, nous admettons que la chaleur de vaporisation de la benzine est nulle. Alors, même dans ces conditions, dans le moteur Banki, il y a 8,290 molécules qui doivent se vaporiser, tandis que 1,373 molécules se vaporisent dans notre moteur; par suite, on injecte dans le premier six fois plus d'eau qu'il est nécessaire.

Ce surplus d'eau, si l'on admet l'instantanéité de l'explosion, ne se vaporise que pendant l'expansion. Admettons qu'ici, comme dans notre cas, il se transforme en vapeur 1,373 molécules. Cette vaporisation se produit pendant toute la période de la compression et sera représentée dans le diagramme entropique, non, comme dans notre cas, par une ligne brisée (1-2-3-4), mais par une ligne continue. Mais, comme la position du point (4) est la même dans ces deux diagrammes, et vu le peu d'influence de cette différence sur le diagramme total, nous confondons les deux diagrammes jusqu'au point (5).

Quant à la façon dont se fait la vaporisation, pendant l'expansion, des 6,917 molécules restantes qui adhèrent aux parois du cylindre, nous ne pouvons que faire des hypothèses.

Nous allons en admettre une qui simplifiera les calculs. Soit, dans le moteur Banki, le volume de

compression = 0,1 v; le volume d'expansion sera par conséquent = 0,9 v. Nous admettons que, chaque fois que le piston parcourt 0,1 v pendant l'expansion, $\frac{1}{9}$ des molécules restantes se vaporise, c'est-à-dire chaque fois 0,679 molécule; nous poursuivons dès lors nos calculs de la façon suivante :

L'expansion des gaz pendant le premier 0,1 v se fait adiabatiquement d'après la formule de Poisson.

Pour déterminer la valeur de $k = \frac{c_p}{c_v}$ qui y entre, j'estime d'abord approximativement la température que les gaz doivent atteindre à la fin de cette partie d'expansion, et je la prends un peu plus petite pour des raisons qui seront données plus bas. Avec les deux températures, celles du commencement et de la fin de cette partie d'expansion, je calcule la température moyenne; à l'aide de

TABLEAU II. — Valeurs calculées des caractéristiques du moteur Banki.

v	T	\bar{c}	c_v	k
0,1	1.975,1	160,69	4,398 + 0,001474 T	1,260
0,2	1.611,2	176,82	4,982 +	1,273
0,3	1.403,2	192,08	5,024 +	1,280
0,4	1.235,3	206,55	5,063 +	1,285
0,5	1.138,7	220,20	5,102 +	1,290
0,6	1.041,2	233,14	5,140 +	1,293
0,7	956,6	245,28	5,175 +	1,297
0,8	881,2	256,58	5,209 +	1,300
0,9	812,8	266,99	5,241 +	1,303
1,0	750,0	276,43	5,272 +	637

celle-ci, j'obtiens la valeur moyenne de c_v et, par suite, la valeur de k. Le $\frac{1}{9}$ de molécules d'eau adhérentes aux parois du cylindre se vaporise subitement vers la fin de cette partie d'expansion, à l'aide de la chaleur de vaporisation de l'eau et de la valeur de c_v des gaz que je viens de déterminer je trouve l'abaissement de la température dû à cette vaporisation; en le soustrayant de la température obtenue à l'aide de la formule de Poisson, on obtient la véritable température finale de cette partie d'expansion. C'est précisément à cause de ce refroidissement que la température tirée de la formule de Poisson doit être estimée un peu inférieure. Avec cette température finale et à l'aide de la formule (8_c), on détermine l'accroissement de l'entropie qui correspond à cette vaporisation, de sorte qu'on connaît maintenant les valeurs de T et de \bar{c} correspondant à cet endroit de l'expansion. Le calcul se poursuit pareillement pour les autres parties de l'expansion; les résultats de ces calculs sont renfermés dans le tableau II.

On remarque, dans ce tableau, que la valeur de k ne varie pas aussi vite qu'on devrait s'y attendre

d'après l'abaissement de la température. Cela tient à ce que, chaque fois qu'une quantité de liquide se vaporise, la composition du mélange change, et aussi la chaleur moléculaire moyenne.

Comme le montre le tableau, la température à la fin de l'expansion est plus basse ici que dans le cas de notre moteur à alcool. On y trouverait peut-être une preuve de la bonne utilisation de la chaleur dégagée par l'explosion du mélange. Cela n'est pourtant pas vrai.

En effet, si l'on fait la somme des abaissements de température dus à la vaporisation de 0,768 molécule d'eau correspondant à chacune des neuf parties de l'expansion, on obtient 347°, et, en l'ajoutant à la température finale de l'expansion, on a une température finale supérieure à celle qu'on a obtenue dans notre moteur à alcool.

L'essai a donné, comme température des gaz d'échappement, non pas 750° — 273° = 477°, mais 196°. La chaleur correspondant à cette différence de température a été enlevée à travers les parois du cylindre par l'eau de circulation extérieure. Si nous admettons 6,670 comme chaleur moléculaire moyenne des gaz pendant l'expansion et 36,218 comme moyenne du nombre de molécules pendant la même période, on obtient alors une perte de chaleur par les parois du cylindre égale à $\frac{218}{1.000}$ de la puissance calorique, tandis que l'observation directe sur l'eau de circulation donne $\frac{214}{1.000}$.

Notre hypothèse est donc pleinement vérifiée. La concordance, presque parfaite, de ce dernier nombre est due probablement au hasard.

La ligne d'expulsion est obtenue en donnant à c_v dans l'équation (13) la valeur ci-dessus : les valeurs de T et de \bar{c} de cette période sont consignées dans le tableau suivant :

\bar{c}	T
750	276,43
650	240,36
550	199,32
450	151,33
350	92,84
293	52,75

Le diagramme entropique de notre moteur et de celui de Banki sont superposés dans la figure 4. On y remarque tout de suite que, dans notre moteur, la détente est isentropique, tandis que celle du moteur Banki donne lieu à une augmentation de l'entropie.

Le rendement du moteur Banki est :

$$\mu = \frac{1-2-3-4-5-7-9-1'-(2-3-4'-2')-(5-7-7'-5')}{4-5-5'-4'}$$

Le planimétrage de ces aires donne $\mu = 0,329$;

l'observation directe a donné $\mu\mu_m = 0.28$ (μ est le rapport du travail indiqué au travail théorique et μ_m le rapport du travail utile au travail indiqué); donc $\mu\mu_m$ est égal à 0,83.

L'étude comparative ci-dessus ne fait que démontrer nos conclusions théoriques précédemment établies, à savoir :

Plus la quantité d'eau injectée est faible, plus le point (7) se rapproche du point (6), c'est-à-dire plus le diagramme d'un moteur à explosion avec injection se rapproche du diagramme de notre moteur, le diagramme de ce dernier étant considéré comme terme de comparaison. Si l'on expérimentait le moteur Banki avec moins d'eau d'injection que dans l'expérience de Jonas, le rendement irait en augmentant avec cette diminution d'eau, mais

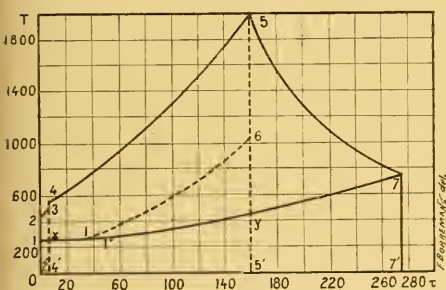


Fig. 4. — Diagrammes entropiques du moteur Banki et du moteur Schreber superposés.

sans jamais atteindre le rendement de notre moteur.

Les considérations théoriques précédentes montrent encore pourquoi Banki a toujours échoué en employant le pétrole et des combustibles analogues, et n'a réussi qu'avec la benzine. La température d'ébullition du pétrole est très haute, d'où l'obligation, avant de l'admettre dans le cylindre, de le mettre en état vésiculaire, état auquel il est aspiré avec une certaine quantité d'air. Au contact de l'air froid, une certaine partie du pétrole se condense ; mais les gouttes produites par cette condensation sont encore suffisamment petites pour qu'en grande partie elles restent en suspension dans l'air, un peu réchauffé par cette condensation, et elles sont de nouveau vaporisées par la chaleur de compression, tandis qu'une petite partie se condense sur les parois du cylindre et encrasse ce dernier, comme cela arrive dans tous les moteurs à pétrole. Mais, si, comme dans le moteur Banki, on aspire encore de l'eau avec le pétrole et l'air, cette eau non seulement accélère la condensation du pétrole, mais, vu sa tension superficielle plus grande, les gouttelettes d'eau se couvrent d'une pellicule de plus en

plus épaisse de pétrole, de sorte qu'il n'y a en suspension dans le cylindre que des grosses gouttes de pétrole et pas de gouttelettes d'eau. L'eau injectée ne peut alors, vu la pellicule de pétrole dont elle est enveloppée, servir à son but, qui est d'enlever la chaleur de compression, — de sorte que le refroidissement intérieur est peu efficace ; de plus, les gouttes d'eau enveloppées de pétrole adhèrent aux parois, augmentant par là la quantité de pétrole déposée précédemment sur les parois ; partant, la quantité de pétrole qui s'y condense est plus grande que dans les moteurs où l'injection de l'eau n'existe pas.

On a vu, par la première partie de cette étude, que, dans un moteur conçu d'après nos principes, un tel état de choses ne peut avoir lieu.

Un moteur construit d'après nos principes se distingue du moteur Banki non seulement en ce que son rendement est plus élevé, mais encore en ce qu'il peut marcher avec divers combustibles liquides et gazeux.

IV. — CONCLUSIONS.

1° L'injection de l'eau à l'intérieur du cylindre est nuisible ; elle ne devient utile que du moment où cet effet nuisible est non seulement compensé, mais qu'il y a plus d'avantages dus à cette injection que de désavantages ;

2° L'effet qu'on désire obtenir par l'injection de l'eau ne le doit être qu'avec le minimum d'eau possible ;

3° On réalise la seconde condition en n'injectant l'eau qu'au moment où la température à l'intérieur du cylindre, pendant la compression, atteint une valeur supérieure à celle qui correspond au point d'ébullition de l'eau à la pression correspondante ; ainsi, la compression se divise en trois étapes : la première et la troisième étapes sont adiabatiques ; la deuxième est isotherme, et à la deuxième se produit l'injection ;

4° La plus grande partie de l'eau injectée dans le moteur Banki se vaporise pendant l'explosion et agit, comme nous l'avons vu plus haut, d'une façon nuisible ;

5° Le diagramme entropique conserve ses propriétés dans son application aux opérations irréversibles, à la condition d'envisager la chaleur fournie au système, et qui n'y est pas amenée de l'extérieur, — chaleur fournie soit directement, soit par la transformation d'une autre énergie, et notamment de l'énergie mécanique en chaleur, — comme étant obtenue au profit de la valeur motrice de la chaleur fournie de l'extérieur au système.

Dr. K. Schreber,

Professeur à l'Université de Greifswald.

L'ÉLECTROCHIMIE APPLIQUÉE AUX RECHERCHES ET AUX PRÉPARATIONS DE LA CHIMIE ORGANIQUE

L'année dernière, M. Muller¹ exposait ici même les propriétés de ces corps bizarres que l'on appelle des pseudo-acides ou des pseudo-bases, et le rôle important que jouent les méthodes physicochimiques, et plus particulièrement électrochimiques, dans leur étude. Ces méthodes introduisaient la mesure quantitative dans un domaine auquel jusqu'alors l'appréciation qualitative s'était à peine appliquée. Je vais chercher à montrer que cet exemple d'utilisation des méthodes électrochimiques peut être généralisé et que nombreux sont les services que nous pouvons, au laboratoire de Chimie organique, demander à ces méthodes.

Ces services sont, d'ailleurs, de deux sortes. Nous pouvons, en effet, demander à l'Électrochimie de nous faciliter l'étude d'un corps ou d'une classe de corps déterminée; mais nous pouvons aussi lui emprunter des procédés de préparation qui, par leur élégante simplicité, méritent de prendre place à côté des méthodes ordinaires de synthèse que nous possédons.

Nous allons envisager successivement les deux aspects de la question, et, dans une conclusion nécessaire, nous chercherons à déterminer quel développement l'avenir peut apporter à ces méthodes.

I. — APPLICATIONS DE NATURE PLUS PARTICULIÈREMENT THÉORIQUE.

Pour classer plus facilement ces applications, nous les répartirons en deux groupes, dont l'un comprendra les applications de la mesure des résistances électriques, ou plutôt des conductibilités, et dont l'autre comprendra les applications de la mesure des forces électromotrices.

§ 1. — Applications de la mesure d'une résistance électrique.

Considérons, par exemple, le système constitué par un acide et un alcool; l'acide possède une résistance électrique élevée, mais bien inférieure, cependant, à celle de l'éther qu'il tend à former; la mesure de cette résistance et de ses variations dans le mélange nous permettra de suivre l'éthérification de cet acide et d'étudier l'influence des divers facteurs, température, concentration, etc., sur son éthérification. Ce n'est pas là, d'ailleurs,

une application nouvelle, car cette méthode fut décrite et utilisée par Négrenno dans une thèse soutenue à la Sorbonne en 1889.

Il convient, cependant, de remarquer que de telles recherches, à cause même de la difficulté des mesures et de la complication relative des méthodes nécessaires, ne pouvaient se généraliser; aussi le travail de Négrenno est-il resté le seul exemple d'application de cette nature.

Les résistances considérables des corps étudiés exigeaient, en effet, une méthode de mesure précise, mais délicate; la méthode des courants alternatifs de Kohlrausch, qui rachète sa précision relative par sa grande simplicité, ne pouvait, en effet, s'appliquer ici. Pour nous, chimistes, sa précision est, d'ailleurs, suffisante, et c'est toujours cette méthode qui est utilisée dans les laboratoires. Nous passerons maintenant à l'examen des services qu'elle est susceptible de nous rendre.

Supposons que nous ayons affaire à un acide, et voyons quels renseignements nous fournira la mesure de sa résistance électrique ou plutôt de son inverse, la conductibilité.

Nous déterminons cette conductibilité à diverses dilutions, qui, en pratique, croissent comme les puissances successives de 2, et nous transformons ces résultats en ce que l'on appelle la conductibilité équivalente de l'acide. Cette conductibilité équivalente nous permet ensuite de déterminer la fraction d'acide qui subit la dissociation électrolytique pour chacune des dilutions étudiées. Cette fraction dissociée nous permet, enfin, de déterminer pour notre acide sa constante de dissociation K , de laquelle dépendent, en définitive, toutes ses manifestations en tant qu'électrolyte.

Mais, avant d'arriver à la valeur de cette constante de dissociation, nous avons dû, en général, déterminer la conductibilité du sel de sodium de notre acide, et de cette mesure nous pouvons déduire ou vérifier sa basicité.

Ostwald a montré, en effet, que, si l'on mesure la conductibilité équivalente du sel de soude pour la dilution 32 et pour la dilution 1.024, la différence : $\Delta = \Delta_{1.024} - \Delta_{32}$, divisée par 10, représente la valence de l'acide considéré; c'est un premier résultat intéressant.

Revenons maintenant à notre constante de dissociation. Sa valeur peut osciller entre des limites considérables : entre, par exemple, 5.14, qui correspond à un acide fort (acide dichloracétique) et

¹ *Revue générale des Sciences*, t. XVI, p. 417, 1905.

0,000.01, qui correspond à un électrolyte faible, comme un nitrophénol. Elle constitue, par suite, pour un corps une propriété caractéristique autrement nette qu'un point de fusion ou d'ébullition, constantes physiques dont toutes les valeurs possibles sont comprises entre des limites considérablement plus resserrées.

Les différenciations comme les analogies que nous pouvons déduire de la connaissance de la constante K peuvent être, par suite, plus marquées, et c'est, en effet, actuellement la donnée numérique qui reflète avec le plus de précision les modifications que subit l'équilibre intime d'une molécule soumise aux réactions diverses de la Chimie organique, aux substitutions, par exemple.

Parmi ces substitutions, celles dont l'action sera le plus manifeste seront celles par lesquelles nous introduisons dans la molécule des atomes ou des groupements d'atomes dont les propriétés, au point de vue électrique, sont le plus nettement caractérisées: c'est le cas, par exemple, des halogènes et des groupements qui se placent auprès d'eux par leurs propriétés; c'est le cas des groupes nitrés, des groupes hydroxyles, des groupes sulfo, etc.

Mais il convient d'aller plus loin et de constater avec quelle netteté toutes les modifications subies par une molécule se répercutent sur la valeur de la constante de dissociation, qu'il s'agisse de modifications comme la fermeture ou l'ouverture d'une chaîne, la formation ou la disparition de liaisons multiples, ou de ces modifications de constitution plus délicates auxquelles correspondent les diverses isoméries.

Sur tous ces points, nous n'en sommes, cependant, encore qu'aux recherches préliminaires; les concordances comme les contradictions constatées nécessiteront certainement des transformations profondes dans nos conceptions sur les relations réelles des atomes constituant d'un radical organique déterminée, et nous pouvons être assurés que la constante de dissociation jouera un rôle considérable parmi celles des constantes physiques susceptibles de nous donner des renseignements précieux.

Au point de vue pratique immédiat, la mesure de la constante de dissociation permet, dans certains cas, de déterminer la position d'un radical substituant dans une chaîne ou dans un noyau, en se basant sur les variations bien établies que nous fournissent les corps connus; pour les acides bibasiques gras, on peut, de même, classer un acide dans un groupe plutôt que dans un autre suivant la valeur de sa constante, quand les conditions de synthèse ne permettent pas de certitude sur la constitution.

Supposons, maintenant, que le corps que nous

étudions possède une pseudo-fonction acide ou alcaline: la conductibilité nous permettra de mettre cette pseudo-fonction en évidence par plusieurs moyens: l'un basé sur cette constatation que la neutralisation du corps étudié n'est pas instantanée, le second sur celle que sa conductibilité varie avec la température d'une manière anormale, et le troisième sur l'étude de l'hydrolyse de ses combinaisons salines. Pour cette application particulière des mesures de conductibilité, je renverrai à l'article déjà signalé de M. Muller.

A côté de ces pseudo-acides et pseudo-bases, nous trouvons une classe de combinaisons remarquables: les amphotères, qui nous présentent, réunies dans une même molécule, la fonction alcaline et la fonction acide; les amino-acides sont les représentants les plus nets de cette classe de corps. Des deux fonctions opposées en équilibre dans ces molécules, l'une ou l'autre se manifeste le plus nettement, et, pour étudier cette action interne, les méthodes de conductibilité sont nécessaires; elles seules nous permettent un classement rationnel de ces corps et nous donnent, en quelque sorte, une mesure de l'action exercée par l'une des fonctions sur l'autre; elles seules nous permettent ainsi de déterminer ce qui subsiste de la fonction acide dans une série de combinaisons qui comprend tous les termes possibles entre un acide fort comme certains amino-sulfonés et un acide aussi affaibli que le glycocole.

Étant donnée l'intervention constante des amino-acides dans des phénomènes aussi importants que ceux de la teinture et dans les réactions physiologiques, il n'est pas sans intérêt de posséder des méthodes qui nous permettent une analyse vraiment scientifique de leurs propriétés.

Les combinaisons basiques de l'oxygène ou du carbone, dont les plus remarquables sont les sels de la diméthylpyrone et ceux du triphénylméthyle de Gomberg, nous offrent encore un exemple caractéristique de l'application des mesures de conductibilités à l'étude d'une fonction en Chimie organique.

L'étude de la neutralisation progressive d'un pseudo-acide par une base nous a montré comment la conductibilité nous permet de suivre une réaction dans le sein même du liquide où elle s'accomplit; nous pouvons en faire de nombreuses applications: nous pouvons, par exemple, étudier les phénomènes de diazotation au moyen des variations de conductibilité existant entre le système primitif, constitué par le chlorhydrate de base et l'acide azoteux, et celui auquel nous arrivons après la réaction⁴.

⁴ SCHUMANN: *Ber.*, t. XXXIII, p. 527, 1900.

Il en est, d'ailleurs, de même de toute réaction dans laquelle l'un des corps subit une modification dans ses propriétés au point de vue de la dissociation électrolytique. Le cas de l'acide borique et des combinaisons qu'il donne avec tous les corps hydroxylés est un exemple caractéristique de ce domaine d'application. Des variations de la conductibilité en fonction des concentrations, en fonction des rapports des masses en présence, on peut même déduire la formule de substances dont l'isolement est impossible; c'est ainsi que Magnanini¹ a montré que la mannite et l'acide borique se combinent vraisemblablement dans le rapport de trois molécules de l'une pour une molécule de l'autre.

§ 2. — Application de la mesure d'une force électromotrice.

Avec la mesure de la force électromotrice, c'est le facteur énergie qui s'introduit dans nos considérations, et dans un domaine qui intéresse particulièrement le chimiste organicien; je veux parler des phénomènes de réduction et d'oxydation.

Nous ne sommes pas, en effet, sans savoir que tel oxydant est plus énergique que tel autre, que tel corps non réductible par un réducteur déterminé l'est, au contraire, facilement par un autre réducteur; ce sont là des remarques précieuses dues à une longue pratique, mais ce ne sont que des remarques sans lien entre elles, et sans base théorique. La mesure des forces électromotrices nous apporte à la fois cette base théorique et le lien nécessaire; tout oxydant combiné à un réducteur suivant un dispositif convenable constitue, en effet, une pile dans laquelle chacun d'eux conserve son individualité. La force électromotrice de la combinaison est la somme de deux termes caractéristiques : l'un du réducteur, l'autre de l'oxydant employés. Très simplement, nous pouvons alors classer ces corps en séries, et nous obtenons ainsi une liste méthodique où les uns et les autres sont rangés par ordre d'énergie croissante. Le tableau ci-joint reproduit les principales de ces valeurs² :

$$t = 25^{\circ}$$

(Solution $\frac{n}{v}$ en général)

1^o Réducteurs.

Sulfate ferreux + KOH	$E > 2$
Chlorure stanneux + KOH	$E = 1,909$
Sulfate de sodium	1,758
Acétate chromeux + KOH	1,696
Hydrosulfite de zinc	1,586
Chlorure stanneux + HCl	1,471
Arsénite de potassium	1,460
Hypophosphite de sodium	1,452
Sulfite de sodium	1,082

Phosphite de sodium	1,074
Bisulfite de sodium	1,001
Acide sulfureux	0,916
Sulfate ferreux + SO_3H^2	0,875

Ces valeurs sont rapportées au même oxydant (Chlore + KCl).

2^o Oxydants.

Permanganate de K + SO_3H^2	$E = 1,2181$
Chlore + KCl	1,082
Iodate de potassium + SO_3H^2	0,905
Brome + KBr	0,839
Chlorate + SO_3H^2	0,830
Acide chromique	0,812
Brome + KOH	0,729
Acide azotique	0,672
Chlorure ferrique	0,654
Chlore + KOH	0,601
Bichromate de potassium	0,478
Ferricyanure de potassium	0,399
Iode + KI	0,309

Ces valeurs sont rapportées au même réducteur, le sulfite de sodium.

Le même procédé de mesure nous permet de déterminer l'influence de la température, de la dilution, du milieu sur l'énergie d'un réducteur ou d'un oxydant quelconque, de soumettre, en un mot, le phénomène considéré à une étude rationnelle complète.

La mesure des forces électromotrices nous permet encore d'autres déterminations. On sait, en effet, que la différence de potentiel qui se manifeste entre une électrode et une solution est en relation étroite avec la concentration des ions correspondant à cette électrode dans la solution; inversement, de la différence de potentiel mesurée, nous pouvons remonter à cette concentration, et l'avantage tout particulier de cette méthode est de ne modifier en quoi que ce soit la solution étudiée. On a pu ainsi déterminer la concentration en ions, c'est-à-dire l'acidité réelle, efficace, de liquides dont d'innombrables expériences n'avaient pu fixer les propriétés à ce point de vue spécial; pour les liquides physiologiques, en particulier, mélanges complexes de substances minérales et organiques, cette méthode simple est d'une valeur incontestable.

Dans d'autres cas, c'est la concentration en ions métalliques que nous avons intérêt à déterminer, et nous pouvons ainsi, sur des combinaisons comme les sels de mercure de dérivés azotés plus ou moins complexes, déterminer la nature du lien qui relie le métal à la molécule organique : déterminer suivant l'expression usuelle, si le métal est au carbone ou à l'azote.

Nous retrouvons, enfin, la mesure des forces électromotrices comme complément indispensable des méthodes d'oxydation ou des réductions électrolytiques que nous examinerons plus loin. De la valeur de la différence de potentiel qui s'établit entre la solution étudiée et l'électrode dépend, en

¹ Z. f. phys. Ch., t. VI, p. 58.

² BANCROFT : Z. f. phys. Ch., t. XIV, p. 226, 1899.

effet, en grande partie, l'intensité de la réaction produite.

Cette différence de potentiel varie avec la nature du métal qui constitue l'électrode, avec la composition de la solution électrolysée, avec la densité de courant employée, en un mot avec toutes les données expérimentales; sa mesure domine, par suite, toute l'histoire des applications préparatives de l'électrolyse des substances organiques que nous commencerons maintenant.

II. — LA PRÉPARATION DES CORPS ORGANIQUES PAR L'ÉLECTROLYSE.

Nous diviserons ces applications en deux groupes, suivant que la réaction électrolytique utilisée est directe ou indirecte, c'est-à-dire suivant que le corps organique intéressé prend part ou non au transport du courant, suivant qu'il est ou non un électrolyte.

§ 1. — Réactions électrolytiques directes.

En pratique, ce sont seulement les acides et leurs sels que nous avons à considérer ici, et même avec cette restriction que les acides aromatiques, en général, ou leurs sels, permettent simplement l'électrolyse de l'eau, sans donner lieu aux réactions intéressantes fournies par les acides gras; ce sont ces réactions que nous étudierons seules. L'électrolyse des acides monobasiques de la série grasse a, d'ailleurs, été l'objet de nombreuses recherches, dont les premières réellement méthodiques sont dues à Kolbe (1849) et n'ont été soumises à une révision et à une généralisation sérieuses que depuis quelques années par M. Hamonet et par Petersen (1900). Ces travaux nous permettent une vue d'ensemble de l'électrolyse de ces acides; étant données la conductibilité très faible et aussi l'insolubilité des acides eux-mêmes quand leur nombre d'atomes de carbone s'élève un tant soit peu ce sont toujours les sels alcalins qui ont été soumis à l'action du courant.

Le sel $C^nH^{2n+1}COONa$ se scinde par l'électrolyse en ions sodium qui se rendent à la cathode, et c'est à l'anode, sur l'anion $(C^nH^{2n+1}COO)^-$, que s'effectuent toutes les réactions, dont les principales sont les suivantes :

Électrolyse de l'eau

- I. $2 C^nH^{2n+1}COOH = 2 C^nH^{2n+1}COO^+ + H^+$
- II. $2 C^nH^{2n+1}COO^+ + H^+O = 2 C^nH^{2n+1}CO^+ + H^+$

Formation du carbure saturé R. R.

- III. $2 C^nH^{2n+1}COO^+ = C^{2n}H^{2n+2} + 2 CO^+$

Formation de l'éther RCO^+R .

- IV. $2 C^nH^{2n+1}COO^+ = C^nH^{2n+1}COOC^nH^{2n+1} + CO^+$

Formation du carbure non saturé.

- V. $2 C^nH^{2n+1}COO^+ = C^nH^{2n+1}COOH + C^nH^{2n+1}CO^+ + CO^+$

La part prise par chacune de ces réactions dans le phénomène total varie, d'ailleurs, avec l'acide électrolysé, et pour un même acide, avec les conditions expérimentales, particulièrement avec la concentration de la solution, la température, la nature de l'électrode et la densité du courant employé. Je ne puis entrer ici dans le détail des résultats obtenus; mais si nous nous plaçons au point de vue pratique, nous constatons que la réaction plus particulièrement intéressante est la réaction III, qui nous donne le carbure saturé. Déjà employée par Wurtz (1855), qui l'avait appliquée à la synthèse de radicaux mixtes comme le butyl-caproyle, l'électrolyse constitue une méthode simple et sûre de préparation des carbures supérieurs; son efficacité s'étend de l'acide valérique à l'acide stéarique et s'affirme par les rendements obtenus, qui, particulièrement pour les termes supérieurs, atteignent 90 % de la théorie. Dans cette méthode de synthèse des carbures saturés, l'anion $RCOO^+$, peu stable sans doute, perd une molécule d'acide carbonique, et le radical R, incapable de subsister libre, se soude à lui-même en donnant le carbure saturé R. R. Si la solution électrolysée est plus complexe, si elle contient d'autres anions susceptibles de se décharger simultanément avec celui de l'acide organique, nous aurons des réactions possibles intéressantes.

L'anion étranger peut tout d'abord être celui d'un autre acide gras; le radical R' de cet acide se soudera au radical R du premier pour donner le carbure mixte R. R'. C'est la méthode de Wurtz. Elle donne en même temps les carbures R. R. et R'. R', sans que, jusqu'ici, une étude méthodique nous ait révélé l'influence des conditions expérimentales sur les résultats de l'électrolyse.

L'anion étranger peut être de nature très différente; ce peut être, par exemple, l'anion de l'eau, l'oxhydride OH^+ , et, dans ce cas, ainsi que Hofer et Moest (1904) l'ont montré, on obtient la réaction suivante. Prenons l'acide acétique, ou plutôt l'acétate de soude en solution alcaline; nous aurons la réaction :



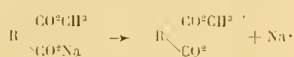
et la décharge simultanée des ions CH^+COO^+ et OH^+ donne lieu à la formation d'alcool méthylique par la réaction :



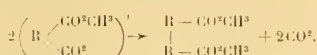
les rendements de cette préparation, qui a été étudiée en détail, atteignent 90 %.

C'est à des réactions anodiques du même ordre que nous devons rapporter toutes les méthodes synthétiques basées sur l'emploi des sels de sodium de mono-éthers d'acides bibasiques.

Soumis seul à l'électrolyse, un sel de cette nature donne la réaction suivante :



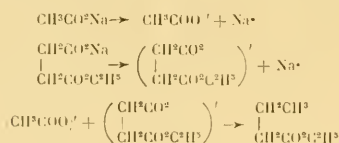
puis :



Cette méthode, qui est due à Brown et Walker (1891-1893), constitue quelquefois la seule méthode pratique pour arriver à certains acides bibasiques; c'est, en particulier, le cas de l'acide adipique. Mais ces réactions sont délicates, et, pour l'acide adipique, par exemple, elles demandent, ainsi que M. Bouvault l'a montré (1903), des précautions spéciales pour donner les rendements réellement avantageux exigibles d'une méthode de préparation.

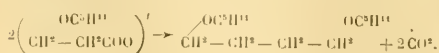
L'électrolyse de mélanges contenant à la fois le sel alcalin d'un acide gras et d'un mono-éther bibasique permet, par une réaction semblable à la précédente, la synthèse d'éthers d'acides gras supérieurs.

Les équations suivantes rendent compte du mécanisme de cette réaction, due à von Miller et Hofer (1895); elles correspondent à la synthèse de l'éther butyrique normal à partir du succinate de sodium et d'éthyle et de l'acétate de soude :

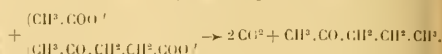


Mais ces réactions, curieuses au point de vue théorique, ne prennent d'intérêt réel que pour les termes supérieurs, l'éther caproïque par exemple; il est vraisemblable qu'une étude méthodique des conditions expérimentales, ici comme dans le cas de l'acide adipique, amènerait à des résultats beaucoup plus avantageux.

Si nous passons maintenant à l'électrolyse des acides gras à fonction alcoolique, nous nous trouvons en présence de résultats sans intérêt pratique, en général; la stabilité moindre de ces acides permet aux réactions d'oxydation destructive de prendre une importance considérable, et c'est seulement grâce à un artifice ingénieux, en protégeant l'oxydrite de l'acide β -oxypropionique par un groupe amyle, que M. Hamonet (1901) a pu, par une condensation anodique semblable à celles que nous avons signalées plus haut, préparer la diamylène du butane-diol-1 : 4 :



Pour les acides cétoniques, leur électrolyse en présence d'acides gras ordinaires peut donner naissance à des cétones, ainsi que l'a montré H. Hofer (1900). L'acétate de potasse et le lévulate donnent ainsi la méthylpropylcétone par la réaction :



En dehors de cette réaction, l'électrolyse de l'acide lévulique seul peut donner, avec 50 % de rendement, la dicétone $\text{CH}^3.\text{CO}.\text{CH}^2.\text{CH}^2.\text{CH}^3$ ($\text{CH}^3.\text{CO}.\text{CH}^2$, octane-dione-2 : 7), par le simple doublement de l'anion.

Nous passerons maintenant aux réactions indirectes de l'électrolyse; ce sont les plus nombreuses et, pour plus de clarté, nous les diviserons en réactions anodiques et en réactions cathodiques, suivant l'électrode intéressée.

§ 2. — Réactions électrolytiques indirectes cathodiques.

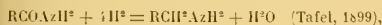
Ce groupe comprend toutes les réductions électrolytiques; nous ne pouvons songer à les passer toutes en revue; aussi je me contenterai de signaler les faits les plus importants. On peut classer ces réactions en se basant sur la fonction soumise à la réduction. Celle-ci peut, d'ailleurs, prendre les formes auxquelles nous sommes accoutumés, suivant qu'il s'agit de corps susceptibles de fixer simplement l'hydrogène, de corps susceptibles de céder de l'oxygène ou de substances capables de se prêter aux deux réactions.

A la première catégorie appartiennent les dérivés éthyléniques; j'ai montré (C. Marie, 1903) que l'électrolyse fixe facilement l'hydrogène sur ces corps et que les acides aconitique, cinnamique, citraconique donnent ainsi les acides saturés correspondants. L'hydrogénation des bases pyridiques et quinoléiques réalisée par Ahrens (1896) appartient également à ce groupe de réactions. Au second groupe se rattachent les recherches les plus nombreuses de l'électrochimie organique : la réduction des dérivés nitrés. Je ne puis ici donner la théorie complète de ces réductions et me contenterai de faire ressortir ce point important que, pour le nitrobenzène en particulier, on a pu préparer tous ses produits de réduction, depuis la phénylhydroxylamine jusqu'à l'aniline, avec des rendements aussi satisfaisants que ceux des méthodes usuelles. La donnée expérimentale qui paraît ici la plus importante est la différence de potentiel cathode-solution grandeur variable, en particulier, avec la nature du métal qui constitue l'électrode et dont l'action catalytique sur l'énergie de la réaction réductrice ne peut être mise en doute.

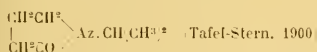
Après les dérivés nitrés, ce sont les dérivés

cétoniques ou, plus généralement, les corps contenant le groupe CO qui ont été le plus fructueusement étudiés. Les conditions expérimentales avantageuses ont été surtout déterminées par Tafel, dont les recherches sur les corps difficiles à réduire ont abouti à la création d'une méthode puissante de réduction, basée sur l'emploi combiné de solutions sulfuriques concentrées et de cathodes en plomb ou en mercure. Avec les acétones, on tombe en général sur les produits ordinaires de réduction ; suivant les conditions, c'est l'alcool secondaire ou la pinacone que l'on obtient (Elbs et Brand, 1902) ; avec les oximes, la réduction électrolytique donne, avec des rendements souvent élevés, les amines correspondantes (Tafel-Pfeffermann, 1902).

Appliquée aux amides, la même méthode conduit également aux amines par la réaction :

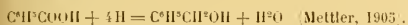


et les imides, substituées ou non, donnent les pyrrolidines correspondantes. L'isopropylsuccinimide donne ainsi l'isopropylpyrrolidine :



avec un rendement de plus de 80 %.

La réduction électrolytique peut, de même, attaquer le groupe CO des acides et donner l'alcool correspondant ; l'acide benzoïque donne ainsi l'alcool benzylique :



Quant aux éthers, les éthers benzoïques par exemple, ils donnent les éthers-oxydes correspondants.

Nous avons déjà rencontré un certain nombre d'exemples de réduction comportant à la fois l'enlèvement d'oxygène et la fixation d'hydrogène ; nous en rencontrerons de plus caractéristiques encore dans la réduction des dérivés nitrés, donnant l'azoré par élimination successive de l'oxygène, puis l'hydrazo par fixation de l'hydrogène sur la double liaison créée ; nous aurions encore des cas analogues dans la réduction des corps du groupe purique (Tafel, 1901), qui se prêtent aux deux réactions par les groupes CO et les doubles liaisons qu'ils contiennent ; une énumération complète de ces faits nous entraînerait trop loin.

Si nous voulons retirer des exemples donnés une conclusion générale, nous voyons que la réduction électrolytique permet, à quelques variantes près, de réaliser les mêmes réactions que les méthodes ordinaires ; elle permet aussi d'éviter, dans certains cas, l'emploi fastidieux de l'amalgame de sodium, et l'exemple de la réduction de l'acide benzoïque

nous montre la possibilité de réactions d'un intérêt tout particulier.

§ 3. — Réactions anodiques indirectes.

Les réactions cathodiques que nous venons de voir n'ont pas la variété de celles que nous pouvons produire à l'anode. Sur une cathode, en effet, les ions susceptibles de réagir se réduisent en pratique aux seuls ions hydrogène ; sur une anode, au contraire, viennent se décharger les anions les plus divers, OH^+ , Cl^+ , Br^+ , I^+ et tous les anions d'acides minéraux ou organiques. Pour ces derniers, nous avons vu quelles réactions ils sont susceptibles de fournir ; pour les autres, ils donneront lieu à des phénomènes variés dont les plus importants sont les réactions d'oxydation et les fixations d'halogènes. Nous examinerons successivement ces réactions au point de vue général, car nous ne pouvons entrer dans le détail des résultats obtenus.

1. *Oxydation*. — Théoriquement, la variété des réactions d'oxydation est infinie ; en pratique, elle se restreint considérablement. Si, en effet, quand nous tentons la réduction d'une substance organique, nous courons un risque, celui-ci n'est que relatif et se résume dans le maintien du *statu quo* : avec l'oxydation, il n'en est plus de même. La molécule organique se prête trop facilement aux réactions destructives et l'application des méthodes s'en trouve singulièrement compliquée.

Le facteur principal sur lequel nous devons encore agir ici est la différence de potentiel anodique ; ce n'est qu'en la maintenant entre des limites déterminées avec précision que l'on peut empêcher la réaction de dépasser le terme fixé. Nous en avons un exemple caractéristique dans l'oxydation de l'alcool : Dony-Hénault (1900) a montré, en effet, que, par une étude soignée des conditions expérimentales, en maintenant le potentiel anodique au-dessous d'une valeur parfaitement déterminée, on peut n'obtenir que de l'aldéhyde. Les cas étudiés de cette manière sont encore malheureusement rares ; parmi eux, il convient de citer l'oxydation des alcools propylique et amylique, qui donne, avec des rendements excellents, les acides correspondants (Elbs, Brunner, 1900). Les mêmes procédés de recherche méthodique et précise permettront vraisemblablement d'étendre les résultats obtenus.

Les difficultés sont particulièrement considérables avec les corps de la série grasse, moins robustes, comme on le sait, que les corps cycliques ; ceux-ci doivent à cette stabilité d'avoir été plus particulièrement étudiés. C'est d'ailleurs presque toujours l'oxydation d'une chaîne latérale qui a été réalisée : pour la vanilline, c'est la chaîne

propénylique que l'on détruit; pour l'aldéhyde benzoïque (Perkin, 1904), ou l'alcool para-nitrobenzylique (Elbs, 1896), c'est le groupe méthyle du toluène ou du para-nitrotoluène que l'on attaque plus ou moins profondément.

On a pu, cependant, pousser l'oxydation plus loin et, dans quelques cas, oxyder le noyau benzénique lui-même pour créer des groupes hydroxyles. C'est le cas, en particulier, de l'anthraquinone, qui, par l'électrolyse en solution sulfurique concentrée, donne presque exclusivement des dioxyanthraquinones (Perkin, 1899).

Quant à l'anthraquinone même, on a pu l'obtenir en partant de l'anthracène par une oxydation énergétique effectuée en présence d'un sel de cérium, qui, par ses oxydations et réductions successives, permet la fixation de l'oxygène sur le carbone⁴.

L'emploi du sulfate de cérium dans cette réaction caractérise un nouveau groupe de réactions d'oxydation dans lesquelles on utilise le courant pour préparer, dans la solution même que l'on oxyde, le réactif destiné à l'oxydation. On emploie ainsi tous les oxydes susceptibles de donner des peroxydes peu stables, ou qui, tout au moins, ne demandent qu'à céder leur oxygène au corps organique auquel ils sont mélangés. Les sels de chrome, de manganèse, de cobalt, en particulier, ont été ainsi expérimentés; mais les résultats obtenus, décrits surtout dans des brevets, ne peuvent encore être appréciés avec une certitude suffisante; cependant, si nous pouvons donner notre opinion personnelle sur ce point, nous croyons que, dans cette direction, il y a des résultats intéressants à obtenir; l'emploi de ces divers réactifs, le choix judicieux de l'anode métallique et l'étude méthodique de toutes les conditions expérimentales permettront certainement de maintenir à la hauteur nécessaire le potentiel anodique et, par suite, l'oxydation dans les limites pratiquement efficaces.

2. *Autres réactions* — Si nous nous tournons maintenant vers les réactions anodiques autres que les oxydations, nous nous trouvons en présence de réactions moins délicates, par lesquelles nous pouvons introduire les différents halogènes, chlore, brome, iode dans les molécules organiques. C'est à cette catégorie de réactions qu'appartient la préparation classique de l'iodoforme par électrolyse en partant de l'acétone. La préparation du bromoforme (Muller et Loebe, 1904), des acétones monochlorée et monobromée (Richard, *Thèse*, 1904), montre que, même dans la série grasse, cette méthode de substitution est fructueuse et d'autant plus digne d'attention que les rendements sont

aussi satisfaisants que possible. Dans la série aromatique, il en est d'ailleurs de même, ainsi que le montrent la préparation déjà ancienne des dérivés iodés du thymol (1891), celle des dérivés halogénés de la phénolplaltéine (1895) et de la fluorescéine, brevetée par la Société chimique des usines du Rhône (1899).

Il nous resterait encore un grand nombre de faits intéressants à signaler, soit qu'ils appartiennent nettement à l'un des groupes de réactions que nous avons étudiés, soit qu'ils constituent des faits isolés susceptibles d'une généralisation ultérieure : leur examen ne modifierait en rien les conclusions que nous pouvons tirer des faits actuellement acquis, et c'est à l'exposé de ces conclusions que nous passerons maintenant.

III. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

Pour exposer l'état actuel des applications de l'électrochimie aux recherches et aux préparations de la Chimie organique, nous avons cru devoir scinder ce vaste sujet en deux parties : l'une plus particulièrement théorique, l'autre nettement appliquée. En fait, ces deux parties sont liées l'une à l'autre d'une manière indissoluble. Cependant, pour les conclusions à tirer de cette étude, il convient de distinguer entre le chimiste plus particulièrement préoccupé de la synthèse de corps nouveaux et celui qu'intéressent plus spécialement les relations à découvrir entre la constitution des corps et leurs propriétés physico-chimiques.

Pour ce dernier, la connaissance approfondie des méthodes physico-chimiques en général, et des méthodes électro-chimiques en particulier, est absolument indispensable; c'est d'ailleurs, pour ainsi dire, une évidence sur laquelle il est inutile d'insister.

Pour le chimiste synthétique lui-même, ces méthodes ne sont pas non plus sans intérêt, ainsi que nous avons pu le constater au cours de cette étude. Les déterminations si simples de conductibilité lui fournissent facilement des renseignements précieux, et, pour ce qui est des méthodes de préparation, elles constituent un ensemble de procédés facilement applicables dans un grand nombre de cas. Si elles nécessitent, pour être fructueuses, certaines connaissances théoriques, on ne peut que s'en féliciter au point de vue général. Chacun, suivant la caractéristique de son tempérament scientifique, pourra donner à ces connaissances théoriques et à leur application au laboratoire un plus ou moins large développement. Il est, d'ailleurs, évident que la science chimique en général ne peut que gagner à la diffusion de ces nouvelles méthodes. Leur application dans les cas les plus variés

⁴ (D. R. P., 452.063, 1902, Farbwerke).

ne peut manquer de donner lieu à des remarques intéressantes, à des contradictions ou à des confirmations des faits déjà connus, à un fructueux mouvement d'idées, en un mot.

De plus, il est impossible, au point de vue pratique, de ne pas reconnaître qu'un réel progrès serait réalisé le jour où le plus grand nombre des réactions d'oxydation, de réduction et même de substitution pourrait se réaliser électrolytiquement grâce à une étude méthodique des conditions expérimentales nécessaires. Ce que nous savons à l'heure actuelle ne nous donne que des raisons de croire à une telle évolution; elle demandera sans doute beaucoup de patient travail, mais le temps passé ne l'aura pas été inutilement, et, même en admettant que le but proposé ne soit atteint que partiellement, les expériences faites ne seront pas sans donner des résultats inattendus, germes eux-mêmes de progrès futurs.

L'industrie elle-même n'a pas été sans reconnaître l'importance possible de ces méthodes de préparation. De nombreux brevets ont été pris, par les usines allemandes en particulier, et, si leur application réelle est encore à l'heure actuelle douteuse, c'est simplement à des raisons économiques qu'il faut attribuer cette abstention. Une diminution un peu importante dans le prix de revient de l'énergie électrique rendrait à ces méthodes toute leur valeur.

Si, maintenant, nous quittons le point de vue un peu spécial auquel nous nous sommes placé jusqu'ici dans cette étude, nous constatons que l'Électrochimie ne représente qu'une des formes sous lesquelles les théories physico-chimiques pénètrent les diverses branches de la Chimie. La Chimie physiologique, la Chimie analytique, la Chimie minérale elle-même s'imprègnent de plus en plus de ces théories, et s'assimilent en même temps les méthodes expérimentales correspondantes. Pour la Chimie minérale, en particulier, si peu développée au point de vue théorique, tant il est difficile de saisir le lien qui relie les divers corps les uns aux autres, les applications expérimentales de l'Électrochimie sont devenues extrêmement nombreuses. Les mémoires du *Zeitschrift für anorganische Chemie* sont là pour nous montrer l'usage constant de ces méthodes, et nous devons reconnaître que la lecture de ces publications devient de moins en moins facile pour celui qui ne s'est pas familiarisé

avec les théories dont elles sont le développement.

C'est là le fâcheux symptôme d'une scission qui se produit entre les méthodes anciennes et ces méthodes relativement récentes; seule, l'introduction raisonnée de ces conceptions dans l'enseignement peut empêcher le fossé de se creuser de jour en jour. Cet enseignement physico-chimique et électro-chimique n'est encore qu'à l'état embryonnaire dans la plupart de nos Facultés des Sciences: c'est là un retard regrettable¹.

Nous ne savons, en effet, quel est l'avenir réel réservé à ces théories, qui ne se laissent pas assimiler sans travail, et il peut être un jour dangereux, même au point de vue industriel, que les jeunes chimistes formés dans notre enseignement supérieur soient dans l'impossibilité de comprendre la production scientifique étrangère dès qu'elle abandonnera le terrain purement descriptif ou expérimental².

C. Marie,

Docteur ès sciences,
Chargé de l'Enseignement de l'Électrochimie
à l'Institut de Chimie appliquée
de la Faculté des Sciences de Paris.

¹ Déjà en 1897, dans cette *Revue* t. VIII, p. 226), et surtout dans une conférence faite à la Société industrielle de l'Est (*Actualités Chimiques*, t. II, p. 197, M. Haller, alors directeur de l'Institut chimique de Nancy, étudiant le développement de l'Enseignement chimique et particulièrement physico-chimique en Allemagne et dans les autres pays, en signalait l'importance au point de vue de la science appliquée. La création d'un Enseignement de Chimie physique et d'Électrochimie à l'Institut chimique de Nancy fut la conséquence locale de cette étude; mais, depuis, rien ou presque rien n'a été fait dans cette direction. L'absence d'un certificat de Chimie physique à la Faculté des Sciences de Paris suffit, d'ailleurs, à caractériser les difficultés que rencontre cet enseignement pour obtenir la consécration due à son importance.

² Conférence faite au laboratoire de M. le Professeur Haller le 7 juin 1906.

Bibliographie. — Il n'est pas possible de donner la bibliographie complète des innombrables Mémoires qui se rattachent à l'étude théorique ou appliquée de l'électrolyse des combinaisons organiques. Les renvois cités dans les ouvrages généraux suivants permettront facilement de remonter aux sources:

W. OSTWALD: *Lehrbuch der allgemeinen Chemie*. Vol. II, 1^{re} partie, 1893.

F. FÖRSTER: *Elektrochemie wässriger Lösungen*, 1905.

W. LÖB: *Die Elektrochemie der organischen Verbindungen*, 1905.

J. SCHMIDT: *Ueber die basischen Eigenschaften des Sauerstoffs und Kohlenstoffs*, 1904.

ARRHENIUS: *Handbuch der Elektrochemie*, 2^e édition, 1903.

H. DANNEEL: *Jahrbuch der Elektrochemie* (publié d'abord par Nernst et Borchers depuis 1895 jusqu'en 1901).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Weber H. et Wellstein J. — *Encyklopädie der Elementar-Mathematik. Tome II. Elementare Geometrie.* — 1 vol. de xu-604 pages. (Prix : 15 fr.) B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1906.

Ceci est le deuxième volume d'une série de trois fort intéressants ouvrages concernant les Mathématiques considérées au point de vue synthétique et pédagogique. Le premier volume, paru en 1903, traite de l'Arithmétique et de l'Algèbre, le troisième s'occupera des applications; la Géométrie est l'unique objet du présent volume, le plus important des trois. Les auteurs ont avant tout cherché non pas à augmenter le domaine de nos connaissances, mais bien à les préciser, coordonner et graduer en déterminant leurs origines, en suivant leur évolution et en les soumettant à une sorte d'examen philosophique approfondi.

On sait que la critique des principes fondamentaux de la géométrie a été suscitée par le développement relativement récent de la Théorie des Fonctions et de celle des Nombres. Alors ont été mises à jour les contradictions entre les deux théories sur l'origine de nos connaissances : l'intuition et l'idéalisation, celle-ci prévalant que les fameux axiomes géométriques ne sont ni d'ordre logique, ni d'ordre expérimental, mais ne sont que des définitions déguisées, celle-là au contraire rattachant la Géométrie à une branche de la Physique mathématique procédant avant tout d'expériences. Toute la question roule autour des définitions d'Euclide sur le point, la ligne, la surface, les parallèles et sur le fameux postulat qui a été l'objet de tant de vaines tentatives de démonstration. Les auteurs font remarquer à ce sujet que ces notions dont Euclide fait précéder ses livres sont parfaitement sans emploi dans tout l'édifice géométrique (jusqu'à la Théorie des Fonctions), et ils nous offrent une géométrie naturelle à celle qui traite des concepts : points, lignes, espaces, parallèles, non comme des êtres de raison, mais comme des êtres matériels dont l'existence nous est suggérée empiriquement par le monde extérieur. Cette géométrie, qui est celle qu'au fond nous pratiquons, qui considère en particulier le postulat d'Euclide comme une vérité initiale se fondant sur l'expérience, se trouve justifiée plus que largement par ses applications à la vie réelle, et ce n'est jamais que pourrâit la suppléer, par exemple, les constructions opposées, logiquement irréprochables, qui envisagent des espaces à dimensions multiples, à courbures constantes ou variables, telles que les géométries non-euclidiennes.

De cette façon, inutile de parler de points qui n'ont aucune dimension, de lignes qui n'ont pas d'épaisseur; plus n'est besoin de ce travail d'idéalisation pour dépouiller nos concepts de leur origine sensorielle. Ainsi donc, pour la Géométrie élémentaire tout au moins, peut-on faire la grosse économie de pénibles démonstrations amenées par un respect exagéré de la logique pure et faciliter tout au moins les commencements dans des préliminaires qui doivent s'imposer par leur simplicité et leur clarté.

Le principal mérite de l'ouvrage réside dans l'établissement vraiment scientifique de cette conception de la Géométrie. La deuxième moitié du volume, en effet, ne fait qu'exposer, de façon assez résumée, la Planimétrie, la Géométrie projective et analytique, la Trigonométrie et quelques notions de Stéréométrie. Elle se passe de l'appareil théorématique et s'adresse particulièrement aux professeurs, aux étudiants, à ceux qui,

déjà avancés, veulent avoir un coup d'œil d'ensemble, un exposé systématique de leurs connaissances et des liaisons entre les différents domaines de la mathématique.

ED. DEMOLIS.

Professeur à l'École professionnelle de Genève.

Lebon Ernest. *Membre correspondant de l'Académie Royale des Sciences de Lisbonne, Professeur de Mathématiques au Lycée Charlemaigne.* — *Pour l'histoire des Hypothèses sur la nature des Taches du Soleil.* — 1 brochure du Congrès international de Philosophie, Genève.

La nature des Taches du Soleil a donné lieu à un certain nombre d'hypothèses, depuis qu'elles furent découvertes en 1611, avec les lunettes. C'est l'histoire de ces hypothèses que présente en raccourci M. Lebon, dans une courte, mais substantielle brochure dont il est inutile de souligner l'intérêt historique.

2° Sciences physiques

Weinhold A. — *Physikalische Demonstrationen (Expériences pour les cours de physique).* 4^e édition revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de 987 pages avec 600 figures et 4 planches hors texte. Quand et Händel, éditeurs, Leipzig, 1906.

L'ouvrage de M. Weinhold traite un sujet analogue à celui du livre de M. Lehmann, mais à un autre point de vue. Il s'adresse non pas aux professeurs des Universités et des grandes Ecoles, qui disposent de Laboratoires richement outillés, mais à leurs collègues moins favorisés des établissements secondaires.

Il convient alors, d'une part, de n'indiquer que les expériences faciles à réaliser avec un matériel restreint et appropriées au degré d'instruction des auditeurs; d'autre part, de ne pas imposer aux maîtres la nécessité d'un choix entre des formes multiples d'une même expérience, choix pour lequel ils n'ont pas toujours les données nécessaires.

M. Weinhold a réussi à satisfaire à ces exigences en sachant se borner et sachant choisir dans une matière trop riche. Des données numériques jointes à un grand nombre de descriptions, seront d'un grand secours à l'expérimentateur, en lui épargnant leur calcul, sinon difficile, du moins toujours fastidieux.

Il est à supposer que cette quatrième édition trouvera le même succès que les précédentes et ce sera justice.

MARCEL LAMOTTE,

Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

Klar (M.). — *Traité pratique des emplois chimiques du Bois.* (Traduit de l'allemand par M. L. GUTHRIE.) — 1 vol. in-8° de 345 pages, avec 59 figures. (Prix cartonné : 15 fr.) Ch. Beiganger, éditeur, Paris, 1906.

La distillation du bois ou sa carbonisation en vases clos, en vue de l'obtention de l'acide acétique, de l'acide méthylé, de l'acétone et autres produits, a pris depuis quelques années une importance considérable. L'industrie des matières colorantes dérivées du goudron de houille et la dénaturation de l'alcool éthylique consomment une quantité énorme d'esprit de bois, tandis que la fabrication des poudres sans fumée exige l'emploi de l'acétone, qui n'était autrefois qu'un produit sans valeur industrielle; la préparation du vinaigre de table, la fabrication des acétates, etc., emploient des quantités considérables d'acide acétique. De nombreuses autres préparations chimiques, comme la formaldéhyde, le chloroforme et l'iodoforme, la

créosote et le gaiacol, ont également pour points de départ les produits résultant de la distillation du bois. Le goudron de bois et l'essence de térébenthine préparés par distillation des bois résineux sont aussi l'objet d'une importante fabrication dans certaines contrées de l'Europe septentrionale.

Ces considérations ont engagé M. L. Gautier, le traducteur et adaptateur bien connu de nombreux ouvrages techniques étrangers, à publier, pour ceux qui s'intéressent à cette branche d'industrie, une édition française du livre éminemment pratique qu'un ingénieur allemand, M. Klar, a fait paraître sur ce sujet.

Cet ouvrage donne de l'industrie en question une description aussi complète et aussi claire que possible (historique, matières premières, modifications chimiques éprouvées par le bois soumis à la distillation sèche, disposition des usines de carbonisation et conduite de l'opération, conditions et frais d'établissement et calcul du rendement d'une usine, traitement des produits bruts de la carbonisation, analyse), et les détails techniques qu'il renferme montrent que l'auteur a écrit son œuvre en se basant sur les enseignements d'une longue pratique.

Le traducteur y a ajouté les instructions relatives à l'essai du méthylène d'après les méthodes prescrites par la Régie française et un certain nombre de figures d'appareils.

Pellerin (G.), *Pharmacien-major, Chef du laboratoire de Chimie de l'Institut de Recherches de Malzeville. — Guide pratique de l'expert-chimiste en denrées alimentaires.* — 1 vol. de 680 pages. (Prix : 12 fr.) Dépôt chez Maloine, Paris, 1906.

Au moment où le Parlement vient de voter la loi sur les fraudes alimentaires, qui va donner aux travaux de l'expert-chimiste une importance de plus en plus grande, il est intéressant de signaler cet ouvrage, qui est très complet.

Le nombre des chimistes qui sont éventuellement appelés à formuler un avis sur des denrées alimentaires augmente chaque jour, car l'hygiène alimentaire fait des adeptes de plus en plus nombreux; pour tous, il est fort utile d'avoir le livre qui énonce clairement les méthodes à suivre, avec assez de détails pour que, sans apprentissage, on puisse, plus ou moins rapidement, suivant les cas, effectuer une analyse de denrée. Le livre que nous signalons remplit à coup sûr ce but.

L'auteur se défend d'avoir fait un traité d'analyse; cette préoccupation justifie évidemment le laconisme avec lequel est le plus souvent énoncé le principe qui sert de base à la méthode. Par contre, on y trouve, avec beaucoup de détails, des exemples de calculs d'analyse qui simplifieront beaucoup la tâche de l'analyste. Il faut aussi se féliciter d'y trouver de nombreux tableaux et des documents analytiques qu'on devrait parfois chercher dans un grand nombre d'ouvrages spéciaux, qu'on n'a qu'exceptionnellement sous la main.

En somme, pour l'analyse chimique de toutes les denrées, ce livre est absolument suffisant et est parfaitement à jour.

Bien entendu, un aussi vaste sujet ne saurait être traité sans que quelque point permette la critique; nous n'en relèverons qu'un d'ordre un peu spécial, qui emprunte son importance à la nature même du sujet : c'est la composition typographique, où les fautes dépassent notablement en nombre la limite permise, au point de rendre incompréhensibles certains paragraphes, d'ailleurs très intéressants.

CH. OUILLARD,
Chimiste.

3° Sciences naturelles

Fourreau (F.), — Documents scientifiques de la Mission saharienne, Mission Fourreau-Lamy : « D'Alger au Congo par le Tchad. » — 1 fort vol. in-4° de 1210 pages, paru en 3 fascicules, accompagné

de 30 planches et cartes et de nombreuses gravures dans le texte, et un Atlas de 16 pages. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1903-1906.

L'ouvrage considérable que vient de publier sous ce titre M. Fernand Fourreau permet d'apprécier combien a été féconde en résultats scientifiques la mémorable exploration qu'il a accomplie de l'Algérie au Congo par le Tchad, à la tête de la Mission saharienne avec le Commandant Lamy, de 1898 à 1900. La Société de Géographie a été bien inspirée en mettant à la disposition de M. Fourreau une somme importante, prise sur le legs Renoust des Orgues, pour ouvrir le Sahara à la France et relier nos possessions africaines du nord et de l'ouest, et nous voyons aujourd'hui que ce voyage n'a pas été moins important au point de vue scientifique qu'au point de vue colonial. Depuis vingt-trois ans que M. Fourreau parcourait le Sahara, ses itinéraires formaient déjà, en 1898, 21.000 kilomètres, dont plus de 9.000 en pays nouveau et dont les deux tiers avaient été levés au 1/100.000^e et jalonnés par 500 déterminations de latitudes et de longitudes; il avait donc, plus qu'aucun autre, l'expérience et l'éducation scientifique qui devaient lui permettre de mener à bien cette entreprise difficile.

Cette publication contient l'exposé des nombreuses observations de tout genre faites par M. Fourreau au cours de son voyage et les études relatives aux importantes collections que la Mission a rapportées au Muséum d'histoire naturelle, à la Faculté des Sciences et au Muséum du Trocadéro.

Le premier fascicule, paru dès 1903, donne, après un résumé de la marche de la Mission, les observations astronomiques et météorologiques. Les premières ont été faites séparément par M. Fourreau et par le Lieutenant de Chambrun. Ainsi que le constate dans son rapport M. Guyon, directeur du Bureau des Longitudes, la plupart des latitudes sont très concordantes. Pour les longitudes, l'accord est moins satisfaisant, comme il fallait s'y attendre; une grosse différence existe à Zinder et la valeur à adopter est celle de M. Fourreau, déterminée par une occultation d'étoile. Les observations météorologiques comprennent l'étude des phénomènes atmosphériques, les observations psychrométriques et hypsométriques et aussi celles relatives aux altitudes.

L'ouvrage s'est continué en 1905 dans le deuxième fascicule, par les études de géographie physique, orographie et hydrographie. Loin d'avoir cette uniformité désertique qu'on lui a si longtemps prêtée, le Sahara présente les aspects les plus variés. Non seulement d'hautes et puissantes dunes coupent ses océans de sable, mais encore il renferme d'importantes formations rocheuses qui déterminent ses montagnes et ses vallées. La description du relief du Sahara que donne M. Fourreau est particulièrement significative à cet égard et les photographies dont il l'accompagne sont saisissantes.

L'Erg est un massif énorme de sable fin, tourmenté et accidenté comme un véritable territoire de montagnes, où les gassis forment des trousés pareilles à des routes. Le Tassili des Azdjer, massif montagneux qui s'étend depuis Amquid et la rive droite de l'Elgharhar jusqu'aux environs de Ghât, s'élève jusqu'à un millier de mètres dans la chaîne qui domine Ain El-Hadjadj et que la Mission a suivie. Au Tassili s'accroie l'Adrar, région tourmentée qui compte des pics élevés dont plusieurs sont d'anciens volcans. Ce pôle montagneux avait été jusqu'ici mal placé sur les cartes; la Mission en a fait le premier relèvement exact. Elle franchit la ligne de partage des eaux entre les bassins méditerranéen et atlantique à la cote 1.374 mètres. Les chaînes principales de l'Anahef rencontrées sur la ligne de marche de la Mission atteignent jusqu'à 1.500 mètres. Au delà de la plaine du Tanezrouft ou Tiniri, la Mission aborde une nouvelle région montagneuse, celle de l'Aïr, dont les confins occidentaux n'avaient pas été reconnus encore. Les chaînes formées de dents et de pitons dont M. Fourreau donne une description détaillée accusent

encore des altitudes qui vont jusqu'à 1.400 mètres. Quelques plateaux qui s'inclinent descendent ensuite vers le lac Tchad.

Toutes ces régions portent des traces variées de l'action éolienne à laquelle M. Fourreau consacre un chapitre spécial, quant aux dunes, résultat de l'érosion éolienne, elles ne sont pas mobiles, — les grandes dunes au moins, — mais elles avancent lentement, sous le vent, en ce sens que les sables viennent peu à peu augmenter leur volume et élargir leur base, dans le sens du vent prédominant.

De très importants problèmes d'hydrographie se posaient à l'examen de la Mission. En ce qui concerne le bassin méditerranéen de l'Igharghar il a été reconnu que des tributaires supérieurs se jettent dans une grande artère supérieure qui traverse, par une profonde coupure, le Tassili tout entier; la ligne de partage des eaux des bassins méditerranéen et atlantique doit donc être reportée plus au sud. Dépendant du bassin atlantique, l'oued Tamanghasset est formé de trois branches que Duveyrier n'avait pu tracer que par renseignement; la Mission les a reconnues, mais il restait à établir que le Tamanghasset va bien rejoindre, comme on le suppose, un des dalfols de la région de Sokoto pour se diriger ensuite vers le Niger.

L'étude du lac Tchad a conduit M. Fourreau à reconnaître qu'il ne gagne nullement vers le nord et l'ouest, comme l'affirmait Nachtigal, mais qu'il est au contraire en voie de dessèchement. Quant à la question de savoir si le Bahr-el-Ghazal, qui traverse le Kanem, est un affluent ou un effluent du Tchad, M. Fourreau l'examine, mais déclare que la solution doit en être réservée.

La route suivie par la Mission saharienne a été levée en son entier et dessinée chaque jour par M. Fourreau à l'échelle de 1/100.000, et le même travail a été fait aussi par quelques-uns des officiers de l'escorte, à tour de rôle, à partir de Ain El-Hadjadj. La topographie du Sahara et du Soudan s'est ainsi augmentée de 6.995 kilomètres de route dont 1.650 consistent en reconnaissances diverses accomplies par les officiers. Ces travaux, exécutés à la boussole, s'appuient sur 105 positions astronomiques, dont 100 nouvelles, et sur des lectures barométriques faites par M. Fourreau trois fois par jour à heure régulière, et en outre à tous les points saillants de l'itinéraire. C'est d'après ces documents que le capitaine Verlet-Hanus a dressé l'atlas de onze planches au 1/100.000 et de cinq planches au 1/100.000, ces dernières donnant le cours du Chari aux basses eaux entre Fort-Lamy et Fort-Archambault. La description topographique que M. Fourreau a donnée de l'itinéraire ajoute encore à la valeur géographique des cartes dressées.

De toutes les récoltes scientifiques de la Mission, la plus considérable de beaucoup est celle des matériaux et des observations géologiques. Près de 500 échantillons recueillis par M. Fourreau ont pris place dans les collections de la Faculté des sciences; l'explorateur a pris soin d'en repérer soigneusement le gisement sur la carte, et il a donné une description géologique de l'itinéraire dans laquelle il a groupé les résultats de ses nombreuses observations. Cette remarquable étude est complétée par les travaux spéciaux de M. L. Gentil, sur la pétrographie, et de M. E. Haug, sur la paléontologie. Aucune exploration précédente n'avait apporté à la connaissance de la géologie du Sahara une contribution aussi complète, aussi nette et aussi méthodique.

M. Fourreau avait recueilli, pendant toute la durée du voyage, un grand nombre de spécimens de plantes et de graines, mais les termites, puis les hasards de la voie fluviale, en ont détruit la plus grande part. Deux cent vingt-cinq échantillons sur plus de trois mille ont seuls pu être conservés. Les nombreux voyages sahariens précédemment accomplis par M. Fourreau lui avaient donné heureusement déjà une connaissance de la flore de ces régions qui lui a permis de noter, en cours de route, un grand nombre de plantes, en sorte qu'il a pu donner une liste presque complète des végé-

taux rencontrés avec des aperçus nouveaux sur leur répartition.

La Mission n'a pas été mieux favorisée pour les échantillons de zoologie que pour ceux de botanique. Les difficultés éprouvées pour le transport des bagages ont entraîné la perte ou l'abandon de presque tout le matériel d'histoire naturelle et bien peu de spécimens ont pu être rapportés. Là encore, cependant, M. Fourreau a pu, par ses observations consciencieuses et les notes prises en chemin, relater de très nombreuses particularités du plus haut intérêt sur les animaux de tout ordre rencontrés durant le voyage.

Les observations relatives à la faune et à la flore offrent d'autant plus d'intérêt qu'elles se rattachent à des régions de caractères très divers dont on peut saisir les différences ou les affinités, ainsi que les passages de l'une à l'autre.

Enfin M. Fourreau a donné une place importante dans ses préoccupations à l'étude de l'homme. Déjà, dans ses divers voyages sahariens, il avait recueilli de nombreux échantillons d'objets des époques préhistoriques et il a pu, cette fois encore, sans même faire de fouilles, réunir de nombreux exemplaires qui lui ont permis de fixer des idées générales et d'établir des comparaisons. Il a remarqué que les flèches taillées des ateliers sahariens sont très semblables à celles rapportées de Patagonie. Quant aux dessins des poteries, ils rappellent ceux de poteries anciennes de provenance très lointaine, par exemple de l'Amérique du Nord, mais ils sont voisins aussi des dessins somalis et danakils. Les documents rapportés ont motivé de savantes considérations de la part de M. Hamy et une étude sur les industries de l'âge de pierre saharien par M. le Dr Verneau.

Une longue et très intéressante esquisse ethnographique des pays traversés a été tracée par M. Fourreau; bien que présentée comme le résumé de notes prises au hasard de la route, elles apportent d'importants renseignements sur des populations très diverses. Enfin M. Fourreau a donné un aperçu sur les transactions qui s'effectuent dans ces régions, mais, comme pour la plus grande part elles appartiennent au désert, la vie commerciale n'y existe pour ainsi dire pas. Ayant décrit le pays, M. Fourreau se demande quel peut en être l'avenir. Le Sahara, actuellement, ne produit rien, et il faut l'organiser de la façon la plus économique qu'il sera possible; peut-être ses rochers arides cachent-ils des richesses minières, mais on ne le saura qu'après des prospections sérieuses; l'Air pourrait se prêter à l'élevage de grands troupeaux, y compris des autruches. Quant au Soudan, il est susceptible de donner un certain rendement par l'élevage des troupeaux et par les cultures spéciales à la région: le mil et le coton.

GUSTAVE REGELSPERGER.

Binet (Alfred). — L'Année psychologique (11^e année).
— 1 vol. in-8°, de vi-693 pages. (Prix : 15 francs.)
Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1906.

L'Année psychologique possède un précieux privilège: elle rajeunit tous les ans. Débarassée en 1904 d'un pesant appendice bibliographique (qui maintenant est publié à part par les soins de M. Vassidie), elle tend à supprimer, en 1905, l'analyse des travaux de psychologie (qu'on peut trouver dans le *Journal de Psychologie* de MM. Pierre Janet et Georges Dumas). La plus grande partie du volume est donc consacrée à des *mémoires originaux* et à des *revues annuelles* qui sont elles-mêmes des travaux originaux: les articles de MM. van Gehuchten (anatomie du système nerveux), Fredericq (physiologie du système nerveux), Nuel (physiologie des sensations), Guillaumin (pathologie du système nerveux), Grasset (l'action motrice bilatérale de chaque hémisphère cérébral), Lacaze et Martin (anthropologie criminelle), Meillet (quelques phénomènes de linguistique), Malapert (philosophie et morale), Leuba (psychologie religieuse), Bohn (psychologie comparée), Deniker (anthropologie), Simon (études cliniques sur

l'aliénation mentale), donnent au psychologue de précieuses indications sur l'état des sciences qui ont avec la sienne d'étroits rapports.

L'activité de M. Binet s'est tournée du côté de la Psychologie pédagogique, et la plupart des *Mémoires originaux* sont consacrés à la psychologie et à la pédagogie des arriérés et des anormaux. C'est ce qui donne à ce volume de l'Année sa physionomie spéciale dans la collection. M. Binet a trouvé dans l'enseignement primaire des collaborateurs nombreux, zélés et de plus en plus expérimentés; il a pu constater, en contrôlant leurs observations, leur exactitude: fait important, car il ouvre à la Psychologie des perspectives nouvelles en lui promettant d'abondantes moissons de documents utilisables. Les questions étudiées dans ce volume sont surtout des questions préliminaires: à quels signes distinguer un arriéré ou un anormal d'un enfant normal? On pourrait croire que les stigmates physiques renseignent à cet égard d'une manière plus objective que les stigmates psychologiques. Pourtant, les médecins ne sont pas arrivés à des classifications et à des définitions précises de l'idiot, de l'imbécile, du débile, des différentes infériorités intellectuelles. La « méthode médicale » ne donne que des renseignements « indirects », qu'il ne faut pas négliger, mais qui sont insuffisants. Une seconde méthode, la « méthode pédagogique », consiste à faire l'inventaire des connaissances scolaires et extra-scolaires d'un enfant. A chaque âge correspond une moyenne de connaissances: celui qui n'atteint pas cette moyenne est un arriéré, celui qui en est loin est un anormal. Les connaissances en calcul se prêtent mieux que d'autres à cette mesure de l'intelligence: un directeur d'école, M. Vaney, expose d'une manière intéressante les procédés qu'il emploie pour apprécier objectivement l'intelligence de ses élèves. Et M. Binet préfère cette évaluation au jugement subjectif que les maîtres peuvent porter sur les écoliers d'après l'ensemble de leur vie scolaire. Mais la méthode que préfère M. Binet, c'est la « méthode psychologique », qui consiste à soumettre les sujets à un certain nombre de « tests » gradués. Par exemple, l'expérience prouve qu'à cinq ans, un enfant normal est capable de comparer la longueur de deux lignes, d'apprendre à comparer deux poids; il peut « définir » (classer serait plus exact) un objet usuel (il dira: un cheval, c'est une bête), etc.). Si donc un enfant de cinq ans est incapable de faire ces petites opérations, c'est qu'il est arriéré ou anormal. Et il est possible de graduer les difficultés avec assez de précision pour mesurer le degré de son « arriération ». L'idiot, dit M. Binet, c'est l'être qui ne dépasse pas le niveau intellectuel de l'enfant de deux ans, qui ne parle pas, qui demeure, par suite, isolé, *ut solus*. L'imbécile, c'est celui qui ne dépasse pas le niveau intellectuel de l'enfant de cinq ans. Et ainsi de suite.

Que faire de ces malheureux? Les institutrices de la Salpêtrière décrivent dans ce volume les soins qu'elles leur donnent, les procédés pédagogiques qu'elles emploient pour essayer de faire l'éducation de ces esprits atardés. Quel est le résultat de leur intelligent dévouement? M. Binet estime qu'il est médiocre. Et la question se pose de savoir si, pour certains malades, il ne vaudrait pas mieux renoncer à toute tentative d'amélioration intellectuelle.

La psychologie et la pédagogie des arriérés n'occupent pas tout le volume. Notons un article sur la *sensation et l'image* que M. Binet a reproduit dans son livre: *L'Âme et le corps*; un article sur la *science du témoignage* (qu'il préférerait appeler « science psychojudiciaire »), où, à propos des études de Stern et de M^{lle} Borst, il indique dans quelles directions variées pourrait s'orienter cette science jeune et féconde qu'il a contribué à créer; un article sur la *mesure de la fatigue intellectuelle* où, confirmant les théories de Griesbach, M. Binet établit une relation entre la fatigue intellectuelle et une sorte d'obnubilation du sens tactile (et aussi de la perception de la douleur);

— un article de MM. Bourdon et Dide sur *l'état de la sensibilité tactile dans des cas d'hémiplégie organique*, où les auteurs recherchent en fonction de quels facteurs varie la stéréognosie: ils semblent prouver que le sens musculaire ne joue pas dans cette opération le rôle qu'on lui a souvent attribué; — un article de M. Haemelinck sur *l'asymétrie du sens gustatif*; — enfin une note de M. Féré sur *le rôle des conditions somatiques dans l'association des idées*.

Cette note nous fournira notre conclusion. Le souvenir d'un de ses anciens malades, auquel il ne s'intéresse pas spécialement, envahissant brusquement la conscience de M. Féré, il cherche d'où peut bien sortir ce phénomène mental. Et il trouve la cause dans un phénomène physique: au moment où il a signé l'excuse de ce malade, M. Féré avait pris, pour faire une expérience, une pilule d'extrait thébaïque; il vient de recommencer la même expérience, de prendre une pilule semblable, il est dans le même état physique: rien de surprenant si la même image se présente à sa conscience. Dans cette interprétation, il nous semble qu'on oublie des faits essentiels: tous les faits de conscience qui accompagnent l'absorption de la pilule, depuis la perception visuelle, tactile, gustative de cette pilule jusqu'aux images, sensations et émotions qui en résultent. Si au milieu de ce complexe de faits mentaux s'insère un nom de malade, quand le même complexe se reproduira, à la suite de la perception de la même pilule, le nom du malade tendra à disparaître. Ce ne sont pas seulement les états somatiques qui sont les mêmes dans les deux cas, ce sont aussi les états psychologiques. Ils ne doivent pas être passés sous silence. Depuis plusieurs années, M. Binet élargit le cadre de son recueil, et le volume de 1905 s'ouvre par cet avoir significatif: nous avons peut-être consacré trop de temps à la psychologie de laboratoire. Depuis plusieurs années, M. Binet joint à la psychologie physiologique la psychologie psychologique ou psychologie tout court. La note de M. Féré, par les critiques qu'elle appelle, prouve que M. Binet n'a pas tort. Expliquer un phénomène psychologique par ses seules conditions somatiques, c'est négliger, par une abstraction arbitraire, des éléments nombreux et importants de la réalité.

PAUL LAPIE,

Professeur adjoint à l'Université de Bordeaux.

4° Sciences médicales

Morache, Cr. G., Professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Bordeaux. — *La Responsabilité, étude de Socio-biologie et de Médecine légale* (Prix: 4 fr.) F. Alcan, Paris, 1906.

L'idée directrice du livre de M. Morache c'est que la justice ne peut se séparer de l'équité et que celle-ci comporte la notion de la responsabilité. En face d'un acte anti-social on doit donc se demander si l'homme qui l'a commis, comprenait absolument la portée de son action, s'il a pu la juger et l'apprécier dans toutes ses conséquences, s'il n'a pas subi quelque influence morbide qui l'a dominé, s'il était conscient et libre.

Après avoir donné un aperçu de la façon dont a évolué la notion de la responsabilité, M. Morache passe en revue les diverses théories de l'homme criminel. Il étudie ensuite, dans une série de chapitres, les différents facteurs qui peuvent intervenir dans cette question de la responsabilité, le milieu et la race, l'alcoolisme, l'opium et la morphinomanie, les états morbides comme l'hystérie et l'hypnose, la neurasthénie et l'épilepsie, les psychopathies sexuelles, les dégénérescences, les obsessions, l'aliénation, etc., etc.

Le livre se termine par un chapitre dans lequel il expose les principes qui doivent guider le magistrat et le médecin quand ils ont à établir le degré de responsabilité d'un individu ayant commis un acte délictueux.

Malgré sa forme concise, c'est un livre des plus instructif pour tous ceux qui s'intéressent à la Pathologie sociale.

R. ROMME,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 Juillet 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Buhl souligne le caractère arbitraire des développements des solutions, même uniques, des problèmes de la Physique mathématique et démontre une propriété nouvelle des séries trigonométriques généralisées : Une série trigonométrique généralisée, formée dans un intervalle donné, représente, dans tous les intervalles identiques, la fonction donnée multipliée par des constantes arbitraires variables d'un intervalle à l'autre. — MM. H. Deslandres et A. Bernard décrivent un photomètre spécial, destiné à la mesure de la lumière circumsolaire, qui a été employé pendant l'éclipse du 30 août 1905 et, depuis lors, à l'Observatoire de Meudon. — MM. W. Ebert et C. Le Morvan ont étudié l'appareil de M. Lippmann, destiné à la mesure photographique des ascensions droites. L'erreur personnelle dans l'évaluation du temps n'intervient pas, et deux corrections sont éliminées : les variations de la longueur focale et les déformations produites par l'objectif. — M. H. Renan a déterminé rigoureusement deux constantes instrumentales qui interviennent dans certaines observations méridiennes : l'inclinaison du fil horizontal du micromètre par rapport à l'axe de rotation et l'angle du fil vertical avec le plan instrumental.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. Ch. Fabry et H. Buisson : Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques (voir p. 674). — M. W. Ritz a préparé, au moyen de solutions concentrées d'azotate d'argent et de bromure de zinc ou d'ammonium, des émulsions dans le collodion qui jouissent d'une grande sensibilité à l'égard des rayons infra-rouges. — M. G. Malfitano a étudié la conductibilité électrique du colloïde hydrochloroferrique; elle est constituée de deux parties : celle du liquide intermicellaire et celle des micelles. — M. J. Largier des Bancels a constaté que le mélange de deux colloïdes de signe opposé, en présence de non-électrolytes, donne lieu, en général, à une précipitation; mais quelquefois, la présence d'un non-électrolyte fait obstacle à la précipitation. Le précipité résultant du mélange de deux colloïdes de signes opposés en solution aqueuse peut être dissocié par l'addition de certains non-électrolytes. — M. Binet du Jassoneix, par réduction de l'oxyde de molybdène par le bore ou combinaison des deux éléments au fer électrique, a obtenu des fontes non carburées, contenant jusqu'à 16 % de bore, attaquables par l'acide azotique étendu et dans lesquelles on ne rencontre pas de combinaison cristallisée apparente. — M. M. Berthelot a constaté que les matières radio-actives peuvent, comme l'effluve électrique, déterminer la fixation de l'azote et celle de l'oxygène sur les composés organiques. — M. E. Allaire a déterminé la composition du ferment alcoolique; les cendres du bacille dégraissent renferment % : SiO_2 , 0,6; Cu, 1,66; Fe_2O_3 , 10,7; H_2PO_4 , 47,43; CaO, 10,7; MgO , 8; KOH, 18,02; NaOH, 2,87. — M. Kohn-Abreast montre qu'il existe dans les mélanges dits pois de Java de nombreux glucosides cyanogénétiques; il en a isolé trois, qui donnent respectivement 8,3, 8,6 et 7,3 % d'acide cyanhydrique. — M. W. Mestrezat indique une méthode de dosage de l'acide malique et de quelques acides fixes dans le jus des fruits, fermenté ou non. Elle est fondée sur l'insolubilité parfaite, dans l'alcool à 75°, des malates, tartrates et succinates de Ba, alors que les sels de Ba

des autres acides organiques fixes restent en solution. — M. J. Dumont montre que les composés phospho-humiques du sol se forment, soit par l'action absorbante que l'humus exerce à l'égard des phosphates solubles du sol, soit par la réaction de ces mêmes phosphates sur les humates alcalins. — MM. Ch. Moureu et R. Biguard ont recherché le néon dans les gaz de vingt-deux sources thermales et ont pu le mettre en évidence dans toutes.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Imbert et H. Marqués ont observé une pigmentation des cheveux et de la barbe sous l'influence des rayons X : les cheveux blancs repoussent noirs et les cheveux blonds se foncent nettement. — M. E. Forgeot a reconnu que les ganglions lymphatiques des Ruminants ne sont pas seulement des centres leucopoïétiques; ils peuvent aussi contribuer à la formation des hémates. — MM. L. Jammes et A. Martin ont étudié le développement artificiel de l'*Ascaris vitulorum* Goetze. La réceptivité de l'hôte paraît dépendre, en premier lieu, de sa température; la nature des sucs digestifs intervient ensuite. — M. R. Chudeau a étudié la géologie de la région de Zinder au Tchad; malgré l'ensablement presque général du pays, il a reconnu l'existence d'un plateau éocénomanien. — M. E. Gourdon a examiné les roches microlitiques recueillies par l'expédition Charcot sur la Terre de Graham; elles comprennent des trachy-andésites, des labradorites et des basaltes (limbourgse).

Séance du 23 Juillet 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Bronardel, membre de l'Académie. — L'Académie présente à M. le Ministre de l'Instruction publique la liste suivante de candidats pour le poste de Directeur de l'Observatoire de Bordeaux : 1^{er} M. L. Picard; 2^e M. H. Bourget.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Waelesch indique une extension de l'Algèbre vectorielle à l'aide de la théorie des formes linéaires, avec applications à la théorie de l'élasticité. — M. M. Petrovitch communique ses recherches sur une classe de séries entières. — M. N. de Zinger indique les raisons pour lesquelles on a adopté la projection de Lagrange dans la reconstruction de la carte de la Russie d'Europe.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Bloch a constaté que les ions présents dans l'air pûisé au voisinage de la lampe Nernst n'ont pas tous même mobilité; les mobilités moyennes semblent voisines de $0,00030$. — M. Devaux-Charbonnel a étudié, au moyen de l'oscillographe Blondel, la propagation du courant dans les lignes télégraphiques. La vitesse de transmission est d'autant plus grande que l'on peut attribuer des valeurs plus faibles à la capacité et à la self-induction. — M. P. Massoulier montre qu'il n'y a jamais proportionnalité rigoureuse entre les variations de résistance électrique et de viscosité des solutions électrolytiques, parce que l'ionisation, dont dépend la conductibilité, est influencée par les variations de composition du dissolvant. — M. A. Chassy a étudié l'influence de la pression sur la formation de l'ozone par l'action de l'effluve; il y a un passage brusque entre le régime où se produit l'ozone (pression supérieure à 6 centimètres) et le régime où il ne se produit pas (pression inférieure à 6 centimètres). — M. J. Herbette a observé que le chlorure et le bromure de baryum cristallisent ensemble en toutes proportions en donnant des cristaux mixtes de trois types différents : l'un du type chlorure, le second du type bromure, le troisième intermédiaire. — M. G. Urbain : Spectres de phosphorescence catho-

digue du terbium et du dysprosium dilués dans la chaux (voir p. 721). — M. J. Danysz fils a étudié la réapparition de l'activité du chlorure de plomb extrait de la pechblende et désactivé par un procédé dû à M. Debièvre. Les résultats montrent que ce traitement a enlevé au plomb la totalité du radium E et du polonium, en lui laissant toutefois du radium D, qui reforme du radium E, lequel, en se transformant à son tour, donne du polonium. — M. L. Hackspill, en distillant dans le vide l'excès de plomb contenu dans un alliage de plomb et de calcium, a obtenu un composé défini, cristallisé, répondant à la formule Pb^3Ca^2 . — M. O. Höngschmid, en réduisant l'oxyde de zirconium et les fluorures doubles de potassium et de zirconium ou de titane par voie aluminothermique, a obtenu, en présence d'un grand excès de silicium, les siliciures $TiSi^2$ et $ZrSi^2$. — MM. C. Chabrie et F. Levallois, en traitant l'outremer ordinaire par l'azotate d'argent en présence d'eau en tube scellé, ont obtenu de l'acide sulfurique, du nitrite d'argent, du bioxyde d'azote et de l'argent métallique. L'outremer d'argent ne renferme jamais plus de 38,47 à 38,56 % d'Ag. — M. D. Negroano a constaté que la résistivité d'une eau minérale est presque une constante physique, qui peut la caractériser. Elle diminue par rapport à la température. Elle diffère notablement de celle d'une eau minérale similaire, fabriquée artificiellement, à la même température. — M. E. Léger a reconnu que l'hydronine renferme un groupement phénolique et un groupement diméthylaminique. Elle possède vraisemblablement la constitution $OH \cdot C^H^3 \cdot CH^2 \cdot CH^2 \cdot Az \cdot C^H^3$. — M. J. Péard, en faisant réagir le bromure de phénylmagnésium sur le diméthylamido-benzoylbenzoate de méthyle, a obtenu le paradiméthylamido-triphényloxydihydrobenzofuranne, F.194^e, puis, par réduction de ce dernier, le *p*-diméthylamido-*o*-benzohydroxytriphénylcarbinol, F.145^e, qui, traité par l'acide sulfurique, donne le diméthyl-amidodiphénylanthracène, F.298^e. — MM. R. Fosse et A. Robyn ont constaté que les radicaux électropositifs dimapthopyryle et xanthyle peuvent facilement se substituer à 1 atome d'H des divers molécules organiques électro-négatives, telles que les éthers β -cétoniques, les β -dicétones, les éthers malonique et cyanoacétique. — MM. L. Hugouennec et J. Galimard ont obtenu, dans l'hydrolyse de l'albunine du blanc d'urf de poule, de l'arginine, de la lysine et deux composés qui paraissent être des combinaisons de l'arginine avec la proline et avec l'acide aspartique. — MM. Sarda et Caffart ont obtenu des cristaux de chlorobromate en traitant les taches de sang par une solution de chlore, la pyridine et le sulfure d'ammonium; ce procédé constitue un excellent moyen de diagnostic. — MM. E. Kayser et E. Manceau ont déterminé les substances attaquées par le ferment de la graisse des vins et leurs produits de transformation. Le levûlole donne de la mannite, de l'acide lactique et de l'acide acétique; le glucose, de l'acide lactique et des acides volatils; le saccharose, les produits de ses deux constituants.

3^e SCIENCES NATURELLES. — MM. Ch. Bouchard et V. Balthazard ont constaté que l'émanation duradium, injectée dans le péritoine des animaux, se répand dans tous les tissus, mais en se concentrant, surtout à partir de la deuxième heure, sur les capsules surrénales. Au bout de 3 à 6 heures, l'organisme ne renferme plus d'émanation et les tissus ont perdu toute radio-activité. — M. P. Marais de Beauchamp a étudié l'appareil rétro-cérébral des Rotifères; c'est, pour lui, un organe primitif, autrefois commun à tous les Rotifères, mais régressé ou disparu actuellement dans une bonne partie des genres. — M. L. Blaringhem, par une mutilation effectuée sur le maïs de Pensylvanie, est arrivé à créer une espèce nouvelle, qu'il nomme *Zea mays praecox*, dont la floraison est terminée bien avant celle de l'espèce origine. — M. H. Douville montre que les Fusulinidés ne sont pas des Perforés, comme on l'admet généralement, mais des Imperforés arénacés présen-

tant une texture particulière du test, que l'on peut désigner comme réticulée ou alvéolaire. — M. J. Gosselet signale les résultats négatifs de deux sondages profonds entrepris en Picardie pour trouver le terrain houiller. Si donc le bassin houiller de Lorraine se prolonge vers l'Ouest, il passe au sud du pays de Bray. — M. J. Blayac a reconnu, dans le bassin de la Seybouse (Algérie), la présence assez fréquente du gault et du Créménanien, signalés autrefois par Coquand, et a découvert celle du Vraconien. — M. Ph. Glangeaud estime à 500.000 litres par jour la quantité de CO^2 qui se dégage actuellement en Auvergne de divers points du sol; près de deux de ces sources, on a découvert des poches osseuses qui semblent avoir été formées par les cadavres des animaux et des hommes asphyxiés en ces endroits. — M. J. de Schokalsky a étudié la formation de la glace de fond dans le lac Ladoga. Les conditions de température nécessaires semblent être : pour l'air, de -2° à $-12^{\circ} C.$, et pour l'eau $0^{\circ} C.$ jusqu'au fond et peut-être un peu moins au fond.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 17 Juillet 1906.

MM. A. Chanfard, Fernet et F. Raymond présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Stanski, Pierre Guzman et Boullard. — L'Académie discute les conclusions de la communication de M. Blanchard sur le paludisme à Madagascar.

Séance du 24 Juillet 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Brouardel, membre de l'Académie.

L'Académie, considérant que l'endémo-épidémie palustre continue à s'étendre et à s'aggraver à Madagascar, malgré les mesures déjà prises, émet le vœu qu'une Commission soit formée à Tananarive pour rechercher les causes des progrès inquiétants que fait le paludisme et les nouvelles mesures à prendre pour combattre ce fléau. — MM. F. Raymond et H. Benjamin présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Lorquet et Monbinnie. — M. E. Roux analyse un travail de M. A. Borrel intitulé : Tumeurs cancéreuses et helminthes. L'auteur signale, en particulier, deux cas de rats morts de tumeurs, l'une du rein droit, l'autre du foie, au centre desquelles on trouva des cysticerques. Des fragments de la tumeur, inoculés à d'autres rats, ont donné des tumeurs filles volumineuses. Il semblerait que le cysticerque apporte avec lui quelque virus encore inconnu. — M. Kermorgant étudie le fonctionnement de l'assistance médicale en Indo-Chine. — MM. Chantemesse et Borrel insistent de nouveau sur les dangers que fait courir à la santé publique le passage de nombreux émigrants à travers la France. Ils montrent la facilité avec laquelle un émigrant malade peut traverser la frontière de terre et les périls que font courir à Marseille les émigrants orientaux qui viennent séjourner dans cette ville.

Séance du 31 Juillet 1906.

M. le Président prononce l'éloge funèbre de M. P. Brouardel. — L'Académie nomme pour cinq ans M. Kelsch directeur de l'Institut vaccinal supérieur. — L'Académie entre en vacances jusqu'au 2 octobre.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 21 Juillet 1906.

M. Aug. Petit montre que l'hypophyse du *Centrostomus cololepis* se caractérise par la structure manifestement sécrétrice de son parenchyme et l'ordonnement sinusoïdal des produits de sécrétion. — M. L. Perdriz a constaté que les solutions de formol, au point de vue de la désinfection, ne peuvent guère fournir de méthanal que par évaporation du dissolvant; l'excès d'eau est donc, pour la stérilisation des germes, plutôt un obstacle qu'un adjuvant. L'exposi-

tion dans le méthanal sec à 100° détruit complètement, en quatre minutes au maximum, les spores sèches de *B. subtilis* et les autres germes qui les accompagnent. Se basant sur ces résultats, l'auteur a construit un appareil stérilisateur permettant la désinfection rapide et à sec des objets solides. — MM. G. Desbouis et J.-P. Langlois ont constaté que l'inhalation de vapeurs d'essences minérales produit rapidement sur le cobaye une polyglobulie sanguine considérable. — MM. J. Cantacuzène et M. Ciucu montrent que des streptocoques, même peu virulents, injectés dans l'intestin en quantité suffisante, peuvent traverser la paroi intestinale et se localiser, entre autres, dans les poumons, où ils donnent lieu à une broncho-pneumonie à streptocoques. — MM. Ch. Achard et M. Aynaud signalent la facilité avec laquelle les espaces intercellulaires se laissent pénétrer par les substances les plus diverses. — MM. E. Laguesse et Em. Lemoine ont étudié la charpente conjonctive du muscle lisse et confirment l'importance de la substance amorphe dense dans le tissu conjonctif. — M. E. Brumpt est parvenu à infecter divers poissons par des Trypanosomes et Trypanoplasmes en les faisant piquer par des Ilurudinés gorgées de sang d'animaux déjà porteurs de ces parasites. — M. J. Jolly a étudié la phagocytose des noyaux expulsés des hématies des Mammifères. Pour lui, l'expulsion du noyau présente un des termes de l'évolution du globule rouge nucléaire. — M. E. Maurel a constaté que la canvallamarine, aux doses thérapeutiques, est un agent vasoconstricteur et un accélérateur de la circulation. — MM. Slatineano et Galesesco ont examiné le sang des malades atteints de typhus exanthématique à Bucarest et ont observé une augmentation énorme des mononucléaires, qui atteint 45 % à la fin de la maladie. — MM. E. Grynfeldt et E. Mestrezat proposent un nouveau procédé de pigmentation des préparations histologiques, consistant à faire agir, sur les coupes plongées dans l'alcool, de l'acide chlorique. — M. H. Busquet a observé aussi chez les Mammifères la disparition du pouvoir cardio-inhibiteur du pneumogastrique sous l'influence de la véraline. — M. L. Merere a découvert, chez les Talitres, une Microsporidie nouvelle, appartenant au genre *Thelophania*. — M. P. Fauvel a étudié l'action de quelques agents modifiant l'excrétion de l'acide urique et des purines. — MM. R. Lépine et Boulud ont constaté que le pouvoir glycolytique du sang est énormément augmenté chez les animaux phloridinés. — M. G. Moussu a observé qu'une culture de tuberculose humaine, mise dans l'organisme d'un animal de l'espèce bovine, conserve sa vitalité pendant un an environ. — M. H. Vincent a reconnu que l'eau est, en général, un milieu peu propice à la conservation du bacille pathogène de la dysenterie; toutefois, le bacille persiste longtemps dans les eaux congelées et à l'obscurité. — M. H. Hérissay a isolé le glucoside cyanhydrique des semences d'*Eryobotrya japonica*; il est dédoublé par l'émulsine en *D-glucose*, *HCAz* et acide benzoïque; c'est donc de l'amygdaline. — MM. A. Frouin et Ch. Porcher montrent que, sous l'influence de la bile, le dédoublement du lactose se fait, dans une certaine mesure, dans la lumière même du canal intestinal. — MM. H. Lamy et A. Mayer ont constaté que, sous l'action de fortes doses de sels de calcium, le débit de l'urine diminue un peu, par suite d'un ralentissement considérable du cours du sang dans le rein; les faibles doses augmentent, au contraire, un peu le débit et la concentration de l'urine. — MM. G. Caussade et Joltrain montrent que l'épithélium intestinal et peut-être les ferments et sucs digestifs sont capables de neutraliser l'action des toxines du bacille du tétanos. — MM. J. Languier des Bancels et E. F. Terroine ont reconnu qu'une macération intestinale, conservée aseptiquement pendant quatre années, manifeste encore au bout de ce temps des propriétés kinasiques très actives. — M. G. Martin a constaté que le *Trypanosoma dimorphum* joue un rôle important dans les épizooties de la Guinée française. — MM. L. Le Sourd et

Ph. Pagniez ont observé que les hémato blasts jouent un rôle capital dans le processus de la rétraction du caillot. — MM. Ed. Retterer et G. Tilloy ont trouvé que les hématies humaines présentent des formes variées : sphériques, hémisphériques, elliptiques, ovales, lenticulaires. — MM. B. Weill-Hallé et H. Lemaire ont constaté que l'injection de toxine diphtérique pratiquée avant la disparition complète du sérum antitoxique dans l'organisme n'entraîne pas la mort. La présence de la précipité ne paraît jouer aucune influence précise sur l'immunité. — MM. M. Doyon et A. Morel ont vérifié que l'acide arsénieux cristallisé peut ne pas être absorbé chez le chien par l'intestin. — M. Ch. Féré signale deux cas de portées entièrement noires chez des souris blanches. — M. R. Laufer montre que, si l'on administre à un diabétique arthritique, pendant une période, une dose de sucre inférieure à celle qu'il peut utiliser, la puissance d'utilisation est augmentée dans la période consécutive. — MM. A. Charrin, V. Henri et Monier-Vinard ont constaté que, sous l'influence des solutions d'argent colloïdal, le bacille pyocyanique tend à s'allonger et perd sa fonction chromogène. — M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri montrent que l'argent colloïdal à granules fins exerce sur les microbes une action beaucoup plus forte que l'argent à granules gros. — M. V. Henri et M^{lle} J. Lévy ont observé que, pour certaines proportions d'hydrate de fer et de saponine, la vitesse initiale d'hémolyse est indépendante de la concentration de l'émulsion de globules; ces mélanges produisent donc une hémolyse suivant la même loi que les hémolysines. — M. A. Netter montre que les préparations actuelles de collargol diffèrent beaucoup de celles qui étaient autrefois livrées par le commerce. — M. Ch. François-Frank résume ses recherches sur le mécanisme de la respiration chez les Chéloniens.

M. Lécaillon est élu membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 3 Juillet 1906.

MM. P. Coyne et B. Auché ont préparé un sérum antidysentérique polyvalent par injection au cheval de cultures Shiga-Kruse et de cultures Flexner. Ce sérum s'est montré actif sur le lapin et sur deux enfants atteints de diarrhée. — MM. J. Gautrelet et H. Gravellat, après avoir injecté de l'hématoxiline à des lapins, sont parvenus à déceler la présence de son chromogène dans les urines. — MM. J. Kunstler et Ch. Gineste donnent la description d'un nouveau spirille, le *Spirillum periplaneticum*, qui se rencontre en abondance dans l'intestin du *Periplaneta americana*. — Les mêmes auteurs ont constaté que l'orientation attribuée au corps des Opalines est vicieuse; le bord droit est, en réalité, le bord ventral, et le bord gauche, le bord dorsal. — M. A. Le Dantec a étudié le microbe du rouge de morue; c'est un bacille de 2 à 15 μ , ne poussant pas dans les milieux saturés de sel. Il est accompagné de plusieurs espèces microbiennes, qui paraissent jouer auprès de lui un rôle favorisante. Ce microbe appartient à une nouvelle catégorie, que l'auteur désigne sous le nom de microbes chlorurophiles, et que l'on trouve dans les océans et les eaux salines naturelles.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 3 Mai 1906 (fin).

MM. A. G. R. Foulerton et A. M. Kellas : Action des décharges électriques de haut potentiel et de fréquence rapide sur les bactéries. Voici les résultats des expériences des auteurs : 1° Lorsqu'on expose les bactéries en suspension dans l'eau, dans une atmosphère d'air ordinaire, à l'action des décharges électriques de potentiel élevé et de fréquence rapide telles que celles qu'on emploie pour les traitements médicaux, des quantités suffisantes d'acides nitreux et nitrique

entrent en solution, dans une période relativement courte de quinze minutes, pour stériliser l'émulsion; l'action germicide de ces composés à l'état naissant est favorisée dans les circonstances ordinaires : a) par l'échauffement du milieu dans lequel ils sont en suspension au moyen de rayons calorifiques résultant de la décharge; b) par la formation concomitante de substances telles que l'ozone et le peroxyde d'hydrogène, qui, abandonnant rapidement une partie de leur oxygène, accélèrent l'interaction des acides nitreux et nitrique et l'activité germicide qui en dépend; 2° Lorsque les bactéries sont exposées à l'action de la décharge dans une atmosphère d'hydrogène pur, dans des conditions semblables, il se produit une décomposition de la vapeur d'eau nécessairement présente dans l'atmosphère du tube, avec formation de peroxyde d'hydrogène en quantités suffisantes, après un certain temps, pour exercer une action germicide distincte sur certaines bactéries; 3° Lorsque l'exposition à la décharge a lieu dans des atmosphères d'anhydride carbonique ou d'oxyde de carbone, il peut se former encore une quantité suffisante de peroxyde d'hydrogène pour exercer une action germicide; 4° Lorsqu'on expose les bactéries à la décharge dans une atmosphère d'azote pur, la stérilisation peut être effectuée par l'action des acides nitreux et nitrique; 5° L'action sur les bactéries des rayons lumineux résultant de la décharge est négligeable dans les conditions de temps des expériences des auteurs; 6° Dans tous les cas dans lesquels l'action germicide fut manifeste, elle paraît être due à l'action des substances chimiques formées par la décharge aux dépens, soit de l'atmosphère environnante, soit de l'eau dans laquelle les bactéries sont en suspension; dans aucun cas, les auteurs n'ont obtenu la preuve que, dans les conditions de temps observées, le courant électrique ou sa décharge ait une influence directe néfaste sur les bactéries, à part la formation de substances chimiques germicides et l'effet que peuvent exercer les rayons calorifiques. En considérant l'application des résultats de ces expériences à l'explication des résultats obtenus dans la pratique médicale par l'emploi de décharges de haute fréquence dans le traitement du lupus et autres maladies dans lesquelles il s'est produit une ulcération de la surface, on doit tenir compte des conditions différentes dans lesquelles les bactéries sont exposées à l'action de la décharge. Dans leurs expériences, les auteurs plongèrent les bactéries dans une colonne d'eau d'environ 3 centimètres de hauteur, mais l'eau était probablement dans un état de trouble moléculaire constant qui tendait à amener les bactéries en contact intime avec les substances chimiques qui entrent en solution pendant l'exposition. Dans les cas de lupus et des diverses sortes d'ulcérations dans lesquelles on emploie en médecine des décharges de haute fréquence, les bactéries sont exposées dans une pellicule de fluide albumineux sur la surface en traitement, ou plongées plus ou moins profondément dans un tissu granulaire. Lorsque les bactéries sont exposées à la surface, il est clair que l'action germicide des acides nitreux et nitrique formés dans l'air comme résultat de la décharge s'exerce rapidement et efficacement, et même lorsque les bactéries sont plongées dans un tissu granulaire et à une faible distance de la surface, les auteurs pensent qu'il est possible qu'il se produise une pénétration du tissu par ces substances à l'état naissant et actif, favorisée sans doute par l'action de choc de la décharge. Dans tous les cas, les auteurs se croient justifiés à déduire de leurs expériences que, dans les conditions de temps observées dans l'emploi de ces décharges, en médecine, le courant électrique lumineux n'a pas d'influence funeste spéciale ou directe sur les bactéries présentes, et que, thérapeutiquement, le traitement par l'emploi de ces décharges dans des conditions données doit être regardé simplement comme un moyen efficace pour l'application intime des germicides chimiques provenant de l'atmosphère dans laquelle la décharge a eu lieu. Dans les conditions qui existent

dans la pratique, les rayons calorifiques résultant de la décharge aident aussi probablement en quelque degré l'action germicide. L'emploi de ces décharges pour les maladies telles que le carcinome et le sarcome, qui ne sont pas dues à des affections bactériennes, n'a pas fait le sujet d'études dans ces recherches; mais les auteurs pensent qu'il est probable que, lorsque la décharge se répand sur la peau intacte, il peut y avoir la même absorption locale des composés nitreux sous l'influence de la décharge, et que ceux-ci peuvent avoir quelque effet sur les cellules situées immédiatement au-dessous de la surface de la peau à laquelle les décharges sont appliquées.

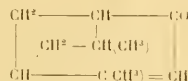
Séance du 10 Mai 1906 (suite).

MM. W. R. Dunstan, T. A. Henry et S. J. M. Auld ont repris l'étude du glucoside cyanogénétique contenu dans le *Lin commun* (*Linum usitatissimum*). Jorissen a extrait de la plante un glucoside qu'il appelle *linamarine*. Les auteurs montrent que cette substance est identique à la phascolutine, qu'ils ont retirée antérieurement des graines du *Phaseolus lunatus*. Elle possède les mêmes constantes physiques et donne les mêmes produits d'hydrolyse. Le lin contient, en outre, une assez grande quantité de nitrate de potasse et une enzyme du type de l'émulsine. — Les mêmes auteurs ont déterminé le glucoside cyanogénétique contenu dans le *cassava* (*Manihot Aipi* et *Manihot utilisima*). C'est également la phascolutine. La plante contient aussi une enzyme capable de le dédoubler. — M. N. H. Alcock a poursuivi l'étude de l'action des anesthésiques sur les tissus vivants. Les recherches ont porté sur la peau de grenouille et les variations de sa résistance électrique avant et après chloroformisation. Elles montrent qu'il existe dans les tissus certaines structures agissant comme des membranes semi-perméables, et que le chloroforme inhibe ou détruit ces fonctions. Cette action du chloroforme paraît être l'action caractéristique des anesthésiques sur les tissus vivants.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 5 Juillet 1906.

M. G. Barger a isolé du *Saponaria officinalis* la substance connue sous le nom d'amidon soluble; c'est un glucoside qu'il nomme saponarine. Elle cristallise en aiguilles, F. 231°-232°, de formule $C_{21}H_{32}O_{19} \cdot 2H_2O$. Elle est hydrolysée par les acides en glucose et en deux matières colorantes isomères, la vitexine, déjà connue, et la saponarétine $C_{21}H_{32}O_{17}$. Ces deux dernières, bouillies avec KOH, fournissent du phloroglucinol et de la *p*-hydroxyacétophénone. — M. F. Tutin cherche à déterminer la constitution de l'umbellulone $C_{11}H_{10}O$, cétone isolée de l'essence d'*Umbellula Californica*. Cette substance, par une suite d'oxydations, donne de l'acide umbellulonique, $C_{11}H_{10}O_4$, F. 102°, et de l'acide umbellularique, $C_{11}H_{10}O_4$, F. 120°-121°. D'autre part, par bromuration, puis distillation, on obtient du *p*-cymène. La formule la plus probable de l'umbellulone paraît être :



— M. A. W. Bain, par l'action de C_2H_5I sur le dérivé disodé de la diacétylacétone, a obtenu : de la diméthyl-diéthylpyrone $C_{11}H_{14}O_2$, F. 64°; de la diméthyléthylpyrone, F. 58°; de la diéthyl-diéthylacétone; un composé isomère de la diméthyléthylpyrone, F. 66°-67°. Par l'action de C_2H_5I , on obtient de la diméthylpropylpyrone et un composé isomère. — M. H. D. Law, par oxydation électrolytique de la benzoiné, a obtenu du benzile, de la benzaldéhyde, de l'acide benzoïque et une substance goudronneuse. La cuminoïne fournit de l'acide cumique, du cuminol et du goudron. — M. S. Ruheman, en fai-

sant réagir l'oxalate d'éthyle sur l'acétanilide, a obtenu du xanthoxalanilide, corps orange foncé qui cristallise du nitrobenzène; avec l'acéto-*p*-toluide, on obtient un corps homologue plus clair et plus soluble; avec l'acéto- α -naphthalide, il se forme un corps jaune soluble dans l'acide acétique glacial. — M. A. G. Perkin, en oxydant l'indigotine pure ou commerciale en présence de peu d'air, a obtenu un léger sublimé jaune, F. 258°-259°, très peu soluble dans l'alcool, de formule $C^{18}H^{10}O^3Az^2$. Il est décomposé par KOH fort en acide anthranilique.

— Le même auteur montre que la matière colorante jaune généralement présente dans l'indigo de Java, et qui est du camphérol, provient de l'hydrolyse d'un glucoside renfermé dans la plante. Ce glucoside, isolé de l'*Indigofera arrecta*, forme des aiguilles incolores, F. 201°-203°, de formule $C^{12}H^{10}O^3$; l'auteur le nomme camphérytrine. Il est hydrolysé par les acides en camphérol et rhamnose.

M^{lle} M. A. Whiteley a préparé l'acide 1 : 3-diphénylbarbiturique, F. 238°, et son dérivé isomérique, F. 227°. Ce dernier, par réduction, donne l'acide 1 : 3-diphényl-5-aminobarbiturique, F. 195° avec décomposition, qui se condense avec KCAz pour former l'acide 1 : 3-diphényl-5-urique, F. 217°; celui-ci, bouilli avec HCl, se transforme en acide 1 : 3-diphénylurique, qui ne fond pas encore à 306°. — MM. Th. Purdie et C. R. Young, en méthylant complètement, par AgOH et CH₃I, les acéto- et méthyl-rhamnosides, ont obtenu le diméthylacéto-rhamnoside et le triméthylméthyl-rhamnoside, donnant par hydrolyse le di- et le triméthylrhamnose respectivement. — MM. Th. Purdie et R. E. Rose, en méthylant l' α -méthylarabinoside de Fischer par AgOH et CH₃I, ont obtenu le triméthyl- α -méthylarabinoside, F. 43°-45°, donnant par hydrolyse avec HCl le triméthylarabomose, liquide bouillant à 148°-152° sous 19 millimètres. — M. F. Sproston a préparé le triacétate d'éthyle en chauffant la lactone triacétique avec l'alcool sec en tube scellé. Les sels de méthyle et d'éthyle de la lactone triacétique sont obtenus par l'action des iodures d'éthyle et de méthyle sur le sel d'Ag de la lactone. — MM. R. H. Pickard et J. Yates ont résolu les acides 1 : 2 : 3 : 4-tétrahydro-1-naphthoïque et 1 : 2 : 3 : 4-tétrahydro-2-naphthoïque en leurs composants optiques par cristallisation fractionnée des sels de 1-méthylamine dans l'acétone. — M. N. Menshutkin a étudié la vitesse des changements chimiques chez les dérivés polyméthyléniques. La formation d'une chaîne polyméthylénique close aux dépens d'une chaîne saturée ouverte a lieu avec une augmentation de vitesse, qui est maximum pour la formation du noyau pentaméthylénique. Les alcools polyméthyléniques secondaires ou le groupe OH est attaché à un C du noyau sont des alcools secondaires typiques, mais à constantes d'éthérification plus élevées que toutes celles des alcools secondaires connus. — M. E. G. Hill a déterminé l'hydrolyse des sels d'ammonium par l'eau en chassant par un courant d'air AzH₃ mis en liberté et tirant cette dernière. Les constantes de dissociation, pour les sels d'acides monobasiques, sont inversement proportionnelles aux conductivités moléculaires des acides. — M. J. C. Irvine et M^{lle} A. M. Moodie montrent, par la mesure de la rotation spécifique, qu'en refroidissant des solutions de tétraméthylglucose dans un iodure d'alkyle, il se forme un composé oxonium du sucre et du dissolvant; la forme α est plus réagissante que l'isomère β . — M. E. Ormerod, en essayant de préparer de l'acétomedicarboxylate d'éthyle par le procédé de von Pechmann, a obtenu une grande quantité d'orcinetriarboxylate d'éthyle, provenant de la condensation du premier sous l'influence d'une trace de chlorure de calcium. — Le même auteur, par l'action de CS₂ et KOH sur le nitroformazone, a obtenu : de la 1-phényl-3-azophényldithioiazolone, de la 1-phényl-3-azophénylthioiazolone et de la 1-phényl-3-azophényl-2-thioazathiame. Il est probable que le nitroformazone est d'abord réduit en formazylurecaptan, sur lequel réagissent ensuite le xanthate et le dithiocarbonate de K qui se forment dans la solution. — M. W. M.

Colles, en refroidissant à basse température des solutions aqueuses concentrées d'aldéhyde, d'acides formique, acétique, monochloroacétique, a obtenu des hydrates cristallins : CH₃·CH(OH)², HC(OH)², CH₃·C(OH)², CH₃·Cl·C(OH)². L'acétone ne donne aucun résultat.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 23 Mai 1906.

M. H. A. Metz expose les deux nouveaux procédés de photographie des couleurs dus au Dr E. König : la pinachromie et la pinatype (voir p. 232).

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 28 Mai 1906.

M. J. Golding décrit un nouveau modèle de flacon pour les cultures bactériologiques aérobie ou anaérobie. — Le même auteur décrit une modification du condensateur de Bousfield pour l'obtention d'eau distillée extrêmement pure.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 6 Mars 1906.

M. J. A. Fleming étudie le chauffage des fours à poteries. Par suite des réactions complexes qui s'y passent, l'analyse chimique seule des combustibles ne peut pas renseigner complètement sur leur valeur; il y a lieu de procéder à des essais de chauffage. Le meilleur essai consiste à chauffer une portion de l'argile à cuire jusqu'à un certain degré de vitrification.

SECTION DE SAMPLEV

Séance du 9 Mai 1906.

M. A. Thighe a déterminé le teneur d'après la méthode de Marignac, il recommande, pour obtenir les cristaux de K²TaF⁷, d'ajouter, après la dissolution du mélange des oxydes de Ta et de Nb, une quantité de fluorure acide de potassium égale au double du poids du minéral pris pour l'essai.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 10 Mai 1906.

M. O. Hertwig présente ses recherches, faites en collaboration avec M. Poll, sur le cancer des souris et sa transmission par transplantation. La transplantation de petites portions du tissu cancéreux a été faite, entre autres, dans l'intention d'observer les modifications histologiques qui ont lieu d'un jour à l'autre dans les matières conservées. Tandis que le milieu transplanté meurt en général, des fides et des nids de cellules cancéreuses se conservent dans l'écorce, et c'est aux dépens de celles-ci que commence la régénération rapide de la tumeur, sans modification aucune de son type. Parmi les tumeurs primaires examinées par l'auteur, il y en avait une qui se distinguait par des cornifications étendues des portions centrales.

Séance du 17 Mai 1906.

M. E. Warburg adresse un Mémoire sur l'ozonisation de l'oxygène et de l'air atmosphérique, mémoire basé sur des recherches faites en collaboration avec M. Leithacuser. Dans la décharge silencieuse de petites sphères métalliques négatives, les expérimentateurs ont retiré de l'air atmosphérique 30 grammes d'ozone par kilowatt-heure, d'une concentration de 8 à 9 grammes d'ozone par mètre cube. Les gaz nitreux sont absorbés facilement par la soude diluée en présence de l'ozone. La vapeur d'eau diminue la quantité d'ozone formée dans l'air atmosphérique plus fortement que dans l'oxygène, et d'autant plus fortement

que le gaz est lumineux à des distances plus grandes de l'électrode.

Séance du 31 Mai 1906.

M. W. Helmert adresse un Mémoire sur la grandeur de la Terre. L'auteur avait, dès 1901, déterminé l'aplatissement de la Terre égal à 1:398,3, en se basant sur les résultats des mesures de gravité. L'erreur moyenne du dénominateur de ce chiffre n'est que de 1,1. D'autre part, les recherches de M. Becker sont venues plus récemment confirmer ce résultat, qui, sans contredit, est bien plus précis que ceux qu'on déduit des triangulations. Cependant, ces dernières donneront toujours le moyen dont on se servira de préférence pour évaluer la grandeur de la Terre. Aussi le Bureau Géodésique International, à Potsdam, s'est-il occupé pendant plusieurs années à déterminer cette valeur sur la base de triangulations étendues. La grandeur de la Terre est déterminée par le demi-axe majeur de l'ellipse méridienne, c'est-à-dire par le rayon de l'équateur, les mesures de gravité ayant fait voir que la forme mathématique de la Terre s'approche beaucoup de celle d'un ellipsoïde de rotation aplati. L'auteur discute d'abord les grandes triangulations européennes, d'après lesquelles la valeur trouvée par Bessel pour le demi-axe majeur devrait être majorée d'environ 750 mètres. En raison des grandes anomalies régionales de courbure des méridiens et des parallèles, cette valeur ne présente pas, cependant, la précision à laquelle on devrait s'attendre. — M. Struve adresse une communication de M. J. Franz, Professeur à l'Université de Breslau, sur la répartition des mers à la surface de la Lune. L'auteur y fait voir que les mers forment sur la Lune une ceinture se conformant à un cercle maximum, dont la position se détermine d'une façon approximative en évaluant les centres de gravité des différentes nappes marines.

ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 13 Juin 1906.

M. U. Behn rend compte d'un nouveau principe dilatométrique se prêtant aux projections, principe dont l'application garantit la même sensibilité que la méthode du miroir. — MM. E. Gehrecke et O. Reichenheim adressent un Mémoire sur les interférences des plaques planes et parallèles dans le spectre continu. Mémoire où ils font voir que le spectre cannelé se produit dans le cas de ces plaques pour une différence de marche, c'est-à-dire une épaisseur quelconque, pourvu que le pouvoir résolvant du spectroscopie soit suffisant. Pour les plaques en forme de coin, cette qualité de l'appareil spectroscopique est, au contraire, nuisible. Les auteurs démontrent que, pour une plaque plane et un spectroscopie donnés, il faut qu'il existe une inclinaison déterminée des franges d'interférences h par rapport à la direction de la fente du spectroscopie, pour laquelle les interférences k présentent un optimum. Dans cet optimum, la largeur de la fente est sans influence aucune sur la définition des interférences k . Les distributions d'intensité des deux interférences, qui diffèrent en général l'une de l'autre, deviennent identiques pour cette même position optimum, que les auteurs réussissent à réaliser par l'expérience. — M. P. Tänzler présente une Note sur les coefficients de frottement interne des mélanges d'argon et d'hélium. Le coefficient de l'argon est augmenté par des additions d'hélium jusqu'à un maximum, qui correspond à environ 40 % d'hélium et 60 % d'argon. Les coefficients de frottement interne des mélanges étudiés par l'auteur s'expriment parfaitement par la formule de Sutherland dans l'intervalle de températures 0°-183°, tandis que la formule de Puluj n'est vraie que d'une façon approximative. Les valeurs des constantes trouvées par l'auteur permettent de calculer avec une approximation remarquable les coefficients de friction interne des mélanges quelconques d'argon et d'hélium. — M. N. Thiesen

présente quelques remarques théoriques au sujet du travail précédent de M. Tänzler, remarques où il fait ressortir la contradiction apparente qui existe entre la loi établie par lui-même et celle de M. Sutherland, et qu'il apprend à faire disparaître. — MM. F. Kurlbaum et G. Schulze adressent un Mémoire sur les températures des flammes non lumineuses, colorées par des sels métalliques. L'un des auteurs ayant étudié, il y a quelque temps, les flammes lumineuses, la question examinée dans le présent travail est relative à la température des flammes non lumineuses auxquelles on a communiqué un rayonnement spécifique en y introduisant des sels métalliques. Il était intéressant de rechercher quelle température on obtiendrait pour des flammes pareilles dans l'hypothèse d'un rayonnement de température pur et simple. Les recherches orientées dans cette direction permettraient, en effet, de décider s'il s'agit d'un rayonnement de température pur et simple ou d'un rayonnement dit chimique. La disposition la plus simple qu'on puisse adopter à cet effet consisterait à placer devant le corps noir la flamme en question avec de la vapeur de sodium, à en décomposer le spectre et à observer le renversement des lignes produit en réglant la température. Les auteurs remplacent cependant le corps noir par la lampe Nernst, qui permet de réaliser les températures intermédiaires entre 1300 et 2150°, tout en étant facilement calibrée par comparaison avec un corps noir. Le rayonnement « noir » de cette lampe pour les différentes longueurs d'onde est représenté en fonction du courant correspondant. Les mesures faites sur trois flammes différentes font voir que, bien que la source d'énergie essentielle du rayonnement soit la température de la flamme, il se produit encore une influence chimique, les différents sels donnant des températures différentes pour une même flamme. La température mesurée par la raie d'un sel donné est augmentée par l'addition d'un autre sel à raie d'onde plus courte, l'augmentation de température étant d'autant plus considérable que la différence des longueurs d'onde est plus grande. Le phénomène inverse ne se produit, par contre, jamais. — M. H. Fricke présente quelques remarques au sujet d'une expérience des frères Weber, relative aux oscillations transversales de l'air. D'après la théorie de Poisson, les ondes acoustiques entourant un diaphragme sont des ondes longitudinales, tandis que cette expérience ferait croire que l'air, sous l'influence du frottement, se met à osciller à l'égal du diaphragme, c'est-à-dire comme un corps solide et en direction longitudinale ou transversale suivant les circonstances. Il s'ensuivrait qu'il existe une polarisation dans le cas du son comme dans celui de la lumière. Or, cette question est d'une grande importance pour la théorie élastique de la lumière. Le caractère transversal des ondes lumineuses, impliquant l'hypothèse d'un éther solide, serait, en effet, en désaccord avec le mouvement des astres, ce pourquoi certains auteurs ont voulu rejeter cette théorie en la remplaçant par la théorie électromagnétique. Par contre, l'auteur est d'avis qu'il n'y a aucune nécessité de décider entre ces deux théories, dont on pourrait admettre l'identité en considérant les phénomènes électromagnétiques comme des tensions et des courants dont l'éther serait le siège. Dans ce cas, il faudrait cependant considérer l'éther comme un gaz à frottement interne, ce qui ne serait pas sans entraîner d'intéressantes conséquences pour l'Astronomie. L'éther devrait, en effet, prendre part à la rotation de la Terre autour du Soleil, rotation où il ne semble pas exister de frottement appréciable. Il résulte de l'énumération de ces faits combien il serait désirable d'étudier les oscillations transversales au sein des gaz, afin de vérifier les vues des frères Weber.

Séance du 29 Juin 1906.

M. I. Franck étudie la mobilité des porteurs de charge dans les décharges par pointes. On a fait, dans ces derniers temps, de fréquentes recherches sur a

mobilité des ions dans les décharges au sein des gaz, recherches dont les résultats concordent, en général, assez bien pour les décharges dépendantes dans différents ionisateurs. Pour le cas des décharges indépendantes, c'est-à-dire pour les décharges par pointes, positives et négatives, il n'existait, au contraire, que des mesures indirectes et relatives à un seul cas, à savoir celles de M. Chattock. Aussi l'auteur examine-t-il ces résultats par une méthode directe, d'autant plus qu'une observation accidentelle avait fait voir la possibilité de réaliser une déviation facile à mesurer du flux d'ions, même dans un champ intense, sous l'action d'un fort courant d'air perpendiculaire à leur chemin. Les valeurs trouvées par l'auteur confirment nettement les résultats de M. Chattock. — MM. H. Dember et G. Gehlhoff adressent un Mémoire au sujet de l'influence d'un rayonnement visible sur le gradient cathodique. On a fait, dans ces dernières années, des expériences dans lesquelles la chute cathodique dans un tube à décharge était réduite en exposant une cathode à la lumière ultra-violette. Aussi les auteurs s'attendaient-ils à constater une influence analogue dans le cas de la lumière visible. La diminution de la chute cathodique qu'ils constatent, en effet, s'accompagne dans tous les cas d'un accroissement sensible de l'intensité du courant. Ils font remarquer incidemment que la chute cathodique au sein de l'hydrogène et de l'air est la même sur une plaque de cuivre que sur un fil du même métal. — M. P. Cermak présente une Note sur le point d'équilibre entre l'effet ozoniseur et l'effet antagoniste de la décharge par pointe au sein de l'oxygène. Cet équilibre dépend du caractère de la charge de la pointe, de la pureté de l'oxygène, de l'intensité du courant, de la température, de la pression du gaz, ainsi que de la nature et de la forme de la pointe. L'auteur, sur le conseil de M. Warburg, étudie ces différents effets, en tenant compte surtout des aiguilles positives. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 25 Mai 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Pfaundler décrit un nouveau mode de construction des batteries de bouteilles de Leyde, caractérisé par un dispositif qui permet le passage de la mise des bouteilles en parallèle à la distribution en cascade. — M. E. Haschek a mesuré les longueurs d'onde des lignes des spectres d'arc et d'étincelle de Ca, Sn et Zn pour différentes densités de vapeur; il a constaté, en général, des déplacements du maximum d'intensité du côté du rouge. — M. Th. Hartwig décrit un nouveau procédé de représentation stéréoscopique, qu'il applique aux formes cristallines de la Minéralogie. — MM. J. Herzig et J. Pollak poursuivent leurs recherches sur la brésiline et l'hématotoxine. Leurs éthers acétylés et éthylés sont optiquement actifs; mais toutes les autres substances obtenues par oxydation ou réduction sont inactives. — M. D. J. Grgin, par action de la *p*-tolylhydrazine sur l'aldéhyde isobutyrique, a obtenu une hydrazone qui, par chauffage avec $ZnCl_2$, se transforme en une nouvelle base indolénique monomoléculaire. Celle-ci, bouillie avec HCl concentré, donne le R-3-Pr-2:3-triméthylindol. — MM. W. Pauli et A. Fröhlich: Etudes pharmacodynamiques. II. Sur l'action combinée des ions.

2^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. F. Siebenrock a étudié les crocodiles et tortues rapportés d'Égypte et du Soudan égyptien par M. F. Werner. Il a pu mettre en évidence l'importance physiologique de la bulle *pterygo-palatine* chez les crocodiles et déterminer le nombre et le développement des plaques neurales chez le genre *Cyclanorhis*. — M. R. Wagner décrit la structure du

Disepalum anomalum Hook et du genre *Pachynema*. — M. K. Eichler a observé la double fructification chez le *Tragopogon orientalis*. Le tube pollinique pénètre sous le noyau secondaire du sac embryonnaire pour décharger seulement là les deux noyaux mâles.

Séance du 13 juin 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Edm. Landau: Sur la relation de quelques nouveaux théorèmes de la Théorie analytique des nombres. — M. F. Mertens: Sur les unités complexes. — M. J. von Hepperger a cherché à déterminer la masse de la comète de Biela. Il arrive à la conclusion que la masse de la comète de 1729, qui paraît avoir été la plus grosse, était égale à celle de la Terre divisée par 2,400. — M. R. Dabibsky von Sterneck communique ses recherches sur la forme apparente de la voûte céleste et la grandeur apparente des astres. Pour lui, nos estimations sur la voûte céleste se basent sur certaines surfaces de référence, de forme analogue à celle de la voûte céleste, mais situées à une distance bien moindre de l'observateur. L'auteur détermine les dimensions de ces surfaces de référence. Soient h la hauteur verticale de la surface au zénith, et R le rayon du cercle suivant lequel elle coupe le plan de l'horizon. On a: pour le ciel des étoiles, $h = 12,2$ m.; $R = 24,4$ m.; pour le Soleil, $h = 10,1$ m.; $R = 23,3$ m.; pour le ciel couvert de nuages, $h = 12,2$ m.; $R = 109,4$ m. La Lune est estimée pendant le jour d'après la surface de référence du Soleil et pendant la nuit d'après celle du ciel d'étoiles; au crépuscule, il existe une surface de référence spéciale et variable.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. S. Meyer et E. von Schweideler poursuivent leurs recherches sur les substances radio-actives. Le radium E n'est pas un corps simple. Il se compose de: Ra E₁, avec une constante de diminution de moitié de 6 à 6,5 jours, sans rayonnement, et de Ra E₂ avec une constante de 4,8 jours, à rayonnement β . — M. F. Wæchter: Sur la façon dont se comportent les combinaisons radio-actives de l'uranium et du thorium dans l'arc électrique. — MM. J. Herzig et F. Wenzel ont étudié l'action de KOH et ClP sur l'orcine et l'acide orcine-carbonique; ils ont obtenu: 1^{re} de la β -orcine; 2^{re} l'éther monométhyle de la β -orcine; 3^{re} la méthylorcine isomère de la β -orcine; 4^{re} une nouvelle diméthylorcine; 5^{re} la tétraméthylorcine; 6^{re} un ester-éther diméthyle d'un acide méthylorcine-carbonique. — M. G. Neurath, en condensant le chlorure de l'acide cinnamique avec l'acroléine en présence d' $AlCl_3$, ou l'acide cinnamique avec l' α -crésol en présence de $ZnCl_2$, a obtenu la *m*-méthyl-*p*-oxyphénylstyroléone.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. E. Mach: Influence des excitations lumineuses variables dans l'espace et dans le temps sur la perception visuelle. — M. M. Sassi décrit une nouvelle espèce de *Procaevia* trouvée à Gondokoro, sur le Nil Blanc; il la nomme *Pr. slatini*. — M. K. Mikosch a étudié le mode de formation de la gomme des cerisiers. La membrane n'y prend qu'une faible part et donne le constituant connu sous le nom de cerasine. La masse principale de la gomme prend naissance à l'intérieur de cellules parenchymateuses vivantes, produites par le cambium lui-même ou par les rayons de la moelle de l'écorce vivante. La formation de la gomme commence dans la région cambiale du jeune bois et marche de là vers le tissu de l'écorce.

L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant: LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'aplatissement d'Uranus. — Les mesures directes de l'aplatissement de cette planète n'ont donné jusqu'ici que des résultats très incertains et contradictoires; d'autre part, l'observation suivie des satellites Ariel et Umbriel, conseillée par M. Struve pour la détermination du mouvement de leurs apsides, permet d'arriver à connaître les perturbations séculaires des satellites et d'en déduire, indirectement, une détermination de l'aplatissement d'Uranus.

Par les mesures directes, M. Barnard fixe à 1/20 environ la valeur de cet aplatissement. Reprenant et discutant les récentes observations des satellites, M. Bergstrand constate, pour Ariel, un mouvement annuel des apsides d'environ 149,3 : si l'on suppose que la constitution physique d'Uranus soit analogue à celle de Saturne, on en déduirait pour l'aplatissement la valeur 1/17; l'hypothèse de l'homogénéité donnerait, au contraire, 1/50.

Ces déterminations, on le voit, sont fort malaisées et assez incertaines : il y a donc lieu de multiplier les efforts en ce qui concerne l'observation des satellites. Au reste, il n'y a pas à condamner, pour cela, la méthode indirecte : car, dans les mesures directes, d'autres difficultés surgissent : irradiation, diffraction..., et, même avec un oculaire à double image, il n'est pas aisé de définir, avec précision, et les diamètres et les aplatissements.

Théorie de la réfraction astronomique. — Il paraissait difficile d'ajouter quelque chose à la théorie de la réfraction astronomique : les recherches de M. Radau, publiées dans les *Annales de l'Observatoire de Paris*, ont épuisé le sujet. Mais l'exposé de tels travaux ne peut trouver place dans un Cours d'Astronomie, où, cependant, il n'est guère permis de se borner à l'étude des réfractions pour les petites distances zénithales et de passer sous silence la réfraction horizontale.

En cherchant à tourner cette difficulté, c'est-à-dire à exposer brièvement une théorie suffisamment complète et pratiquement exacte de la réfraction astronomique, M. Andoyer a été conduit à quelques développements

nouveaux, qu'il fait connaître dans le *Bulletin astronomique* (t. XXII, p. 404).

Ces développements sont très intéressants, et les applications numériques que donne M. Andoyer montrent que sa théorie, très simple, correspond à la réalité d'une façon largement suffisante. Il faut savoir gré à M. Andoyer d'avoir exposé aussi élégamment ces remarques; elles rendront service à tous, aux élèves, qui pourront enfin s'initier à la théorie de la réfraction, autant qu'aux professeurs qui étaient fort embarrassés pour l'enseigner.

§ 2. — Physique

La « Sphère magique ». — La contradiction qu'on a cru trouver entre la vision droite que nous donne notre œil et la position renversée des images rétiniennes, contradiction que beaucoup ont voulu résoudre par des raisons d'ordre anatomique, conduit à examiner une autre question, bien digne de la discussion scientifique, à savoir celle qui est relative au repère inconscient dont l'œil se sert pour juger de la position des choses par rapport à la verticale, et ce indépendamment de la position de la tête. N'existerait-il pas quelque fonction sensorielle pour exécuter, à notre insu, un travail analogue à celui du charpentier ou du maçon qui apprécie la direction d'une ligne donnée sur leur fil à plomb ou leur niveau?

Sir Hiram Maxim, bien connu par ses travaux et ses inventions dans le domaine de l'Aérostation, vient de trouver la solution de ce problème, qui l'avait occupé pendant des années. Très fatigué par un voyage en chemin de fer, il remarqua un jour, après avoir fixé une lampe à incandescence électrique, qu'il lui restait, en fermant les yeux, une image distincte du filament : c'est là le phénomène optique bien connu des images résiduelles. Mais, lorsque après avoir incliné la tête à droite d'environ 45°, il fixa de nouveau la lampe pendant une demi-minute, ramenant ensuite la tête, les yeux clos, dans sa position verticale, il constata que l'image du filament apparaissait inclinée de 45° en direction opposée. Ayant alors successivement incliné la tête à gauche et fixé la lampe, puis refermé les yeux et ramené la tête dans sa position verticale, il

vit deux images distinctes du filament, se croisant à angle droit. Cette expérience accidentelle prouva à Sir Maxim que l'organe visuel inconnu au moyen duquel nous apprécions la position droite ou autre des choses est influencé par la gravité d'une façon analogue aux instruments précités du charpentier et du maçon.

Or, en continuant ces recherches, le savant anglais constata que cet organe subit encore l'action d'autres forces, susceptibles d'influencer les mêmes instruments, notamment celle de la force centrifuge. S'étant placé à la périphérie d'un large récipient cylindrique, dont la rotation autour d'un axe central était assez rapide pour rendre la force centrifuge juste égale à la gravité, il ressentit, en effet, l'impression que les objets, verticaux en réalité, étaient basculés de 45° , la ligne de repère de l'œil étant apparemment déplacée de la moitié de l'angle droit. Ce phénomène se passe comme si les deux forces (gravité et force centrifuge) étaient combinées en une résultante intermédiaire.

Or, supposons que nous disposions d'une enceinte circulaire spacieuse d'un diamètre d'environ 9 mètres), et qui tourne autour d'un axe vertical à la vitesse de 14 tours par minute. Les personnes placées au bord extrême de cette enceinte seront, tout comme dans l'expérience précédente, chassées vers le dehors par une poussée exactement égale à la gravité. Un plancher horizontal et plan donnera l'impression d'être basculé vers le haut de 45° , la personne se croyant placée à son

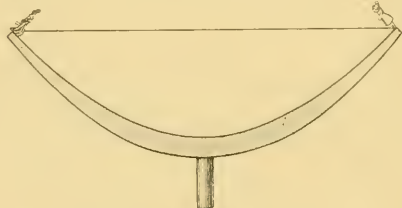


Fig. 1. — Paraboloïde rotatoire.

bord inférieur. Si, d'autre part, le parquet était réellement basculé de 45° au-dessus de l'horizontale, il apparaîtrait plan et horizontal sous les pieds de l'observateur, le reste du parquet se présentant comme étant retourné vers le haut. La pression des pieds sur le parquet s'accroît du reste de 40° par le concours de la gravité et de la force centrifuge.

Comme la force centrifuge et, par là, l'intensité de cet effet décroissent à mesure qu'on approche du centre, on trouve facilement par le calcul la forme à donner au parquet pour réaliser en tous ses points l'égalité de la gravité et de la force centrifuge. C'est, comme on le verrait sans peine, celle d'un paraboloïde rotatoire (fig. 1). Deux personnes étant placées sur les bords opposés de ce parquet parabolique, chacune aura l'impression que, le plancher immédiatement au-dessous de ses pieds étant plan et horizontal, le reste serait retourné vers le haut, tandis que l'autre personne se trouvant au bord opposé lui semble courir en position horizontale sur une surface verticale.

La figure 2 représente la forme exacte d'un parquet parabolique de ce genre de 9 mètres de diamètre, tournant à 14 tours par minute. Afin de supprimer le vertige inévitable pendant le séjour dans une plate-forme tournante, on dispose cette dernière à l'intérieur d'une grande sphère tournant à la même vitesse et dans laquelle on entre soit par le fond, soit par le côté. M. Maxim donne à cette sphère, qu'il désigne sous le nom de *Sphère magique*, un aspect avenant, en en faisant à l'extérieur une gigantesque mapemonde. La figure 2 représente une section verticale à travers la sphère, avec la plate-forme tournante et le dispositif de mise en rotation.

Les sensations s'offrant à ceux qui se trouvent dans cette sphère sont étranges et tout à fait remarquables. Aussitôt que l'enceinte se met à tourner, la portion du plancher immédiatement voisine des pieds semblera, en effet, absolument plane. Lorsqu'on traverse la plate-forme en direction diagonale, c'est comme si l'enceinte tout entière se mettait à basculer autour des pieds; l'observateur a l'impression d'être infiniment lourd lui-même, le reste étant infiniment léger. Alors, qu'il est très facile de marcher le long de la circonférence, on est poussé de côté aussitôt qu'on tâche de traverser la plate-forme rapidement en sens diagonal; ce n'est qu'avec une extrême lenteur qu'on peut marcher en ligne droite. Les cyclistes allant dans la direction de rotation de l'appareil ajoutent leur force centrifuge propre à celle de la plate-forme. Dans ces circonstances, il peut quitter la plate-forme parabolique pour monter au haut des parois intérieures de la sphère; aux personnes se tenant sur le bord extrême

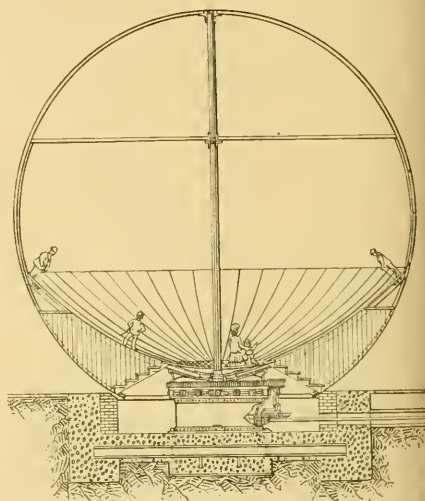


Fig. 2. — Coupe de la sphère magique.

de la plate-forme, ils donneront alors l'illusion de descendre de l'autre côté après avoir monté le long des parois et traversé le plafond. En disposant des miroirs en dessus de la plate-forme, on produit l'illusion que l'intérieur tout entier de la sphère serait rempli de gens ayant les pieds tournés en dedans et la tête en dehors. Ce dispositif est, paraît-il, l'un des appareils d'illusion les plus ingénieux imaginés jusqu'à ce jour.

Alfred Gradenwitz.

§ 3. — Chimie

L'hydrolyse des acides nucléiques dans l'intestin. — Dans sa dernière « Revue annuelle de Chimie physiologique », M. Laubling faisait remarquer que l'on ignore encore si l'action des sucs digestifs dépasse, dans le dédoublement des nucléoprotéides, le stade des acides nucléiques. On sait, à la vérité, par le travail de Sachs, que les extraits pancréatiques contiennent une *nuclease* qui dédouble l'acide nucléique avec mise en liberté de bases puriques, mais on ignore si cette diastase existe dans le suc de la glande.

¹ Voy. la *Revue* du 30 avril 1906, p. 377.

Cette question a été tranchée récemment par un travail de MM. Abderhalden et Schittenhelm¹. Ni le suc gastrique du chien, ni le suc pancréatique inactif, ni enfin ce même suc activé par addition d'entérokinase ne dédoublent l' α -thymonuclease de sodium avec mise en liberté de bases puriques. Avec le suc gastrique, ce sel se retrouve inaltéré, et ayant conservé notamment sa propriété de donner des gélées. Avec le suc pancréatique, cette dernière propriété est supprimée, et la solution, soumise à la dialyse, laisse passer à travers la membrane des substances qui proviennent vraisemblablement d'un dédoublement de l'acide nucléique; mais on ne saisit aucune mise en liberté de bases puriques. Tout autre est l'action des extraits de glande pancréatique ou d'intestin: ici l' α -thymonuclease est non seulement fluidifiée rapidement, mais encore dédoublée avec production de bases puriques libres.

Il existe donc, dans la paroi de l'intestin, des diastases capables d'opérer le dédoublement des acides nucléiques avec production de corps cristallisables, de même que d'autres agents, pepsine, trypsine, chymotrypsine, assurent la désintégration des albumines jusqu'au niveau des polypeptides et des acides aminés, de même encore que les amidons sont dédoublés finalement en hexoses, les graisses en acides gras et en glycérine, et sans doute les lécithines en leurs constituants divers, acide glycérophosphorique, acides gras et choline. Ce « broyage moléculaire » ne paraît pas avoir pour seul but l'absorption de ces aliments. La portée physiologique du phénomène est plus grande, comme l'a montré la Revue². C'est aussi la reconstitution de chaque aliment en un constituant spécifique de l'organisme considéré, qui se trouve préparée et rendue possible par cette démolition préalable.

§ 4. — Hydrologie

La question de l'eau. — M. H. Cavaillès attirait récemment l'attention des lecteurs de la Revue³ sur l'Association pour l'aménagement des montagnes, qui s'est formée à Bordeaux, grâce à l'intelligente initiative de M. Paul Descombes. C'est une œuvre vraiment nationale, dont nous voudrions souligner le puissant intérêt dans une série de Notes consacrées aux différents problèmes hydrauliques. L'eau est certainement une des très grandes richesses naturelles que nous ayons à notre disposition, mais c'est encore une richesse méconnue. Il faut aller jusque dans les régions désertiques pour en comprendre le rôle bienfaisant, pour saisir, par exemple, l'influence économique, sociale et religieuse qu'elle exerce dans la civilisation arabe. Dans nos pays d'Europe centrale, mieux partagés à cet égard, il a fallu les progrès réalisés par la science des irrigations, ou même temps que les espérances engendrées par l'utilisation de la houille blanche et de la houille verte, pour que nous donnions à cette question de l'eau une partie de l'importance qu'elle mérite.

C'est avec juste raison que le Ministre de l'Agriculture a constitué, auprès de la Direction de l'Hydraulique et des améliorations agricoles, un Comité d'études scientifiques, en vue des diverses questions relatives à l'hydrologie superficielle et souterraine. Parmi les nouvelles études qui seront entreprises en 1906, on peut relever les suivantes: eaux souterraines; observations nivométriques dans les régions montagneuses; mouvements des glaciers des Alpes et des Pyrénées; exploitation des marais en vue de la production des pailles, osiers, joncs; etc. On arrivera ainsi à obtenir une sorte de recensement des richesses hydrauliques que renferme le sous-sol du territoire

national, en vue de jeter ensuite les bases d'une législation nouvelle permettant d'assurer le bon usage des eaux souterraines.

Il est temps d'agir. La Chambre de Commerce d'Orléans et du Loiret, que cette question préoccupe à bon droit, vient justement, dans un Rapport lu en séance le 6 avril 1906, d'appeler l'attention des Pouvoirs publics sur la nécessité de prendre immédiatement certaines mesures « en vue d'améliorer le service des eaux sur la terre de France ». D'après M. E.-A. Martel, l'approfondissement des vallées actuelles, leur réduction par rapport aux thalwegs tertiaires et quaternaires, la plus grande abondance des précipitations atmosphériques aux anciennes époques, la multiplication des vallées sèches, la diminution des sources, le soutirage de plus en plus actif des ruisseaux par les points d'absorption (pertes, abîmes, bêtôires, embûs, empoisieux,...) montrent l'appauvrissement hydraulique de la surface de notre Globe.

Dans son livre sur la Picardie, et plus récemment encore⁴, M. A. Demangeon a montré, par de multiples observations, l'abaissement du niveau de la nappe aquifère dans les pays de plaine du nord de la France. Mais ce phénomène n'est pas particulier aux régions de la craie: on le constate partout, et M. Charles Rabot signalait encore dernièrement un grand nombre de faits se rapportant à la Beauce et au département de l'Yonne⁵. M. Gustave Dollfus, qui a recueilli dans la première de ces régions des observations très précises, notamment à Toury et à Neuville-aux-Bois, attribue cet abaissement constant de la nappe hydrostatique à une diminution dans la pluviosité. Les deux phénomènes représentés graphiquement offrent, en effet, la même allure et ils se traduisent, en particulier, par la décapitation des cours d'eau.

Dans deux régions du département de l'Yonne, le Pays d'Othe et une partie des vallées de l'Yonne et de la Cure, M. Coudray de la Forest constate le même dessèchement progressif, dont il fait encore chercher les causes dans les facteurs météorologiques. Nous croyons fort juste l'idée émise par M. Charles Rabot, d'après laquelle il faudrait voir, dans cette diminution de la circulation superficielle et dans cette descente des eaux souterraines, l'influence, dans les pays de plaines, du même phénomène qui, dans les montagnes, a déterminé un recul considérable de la glaciation. Les variations du régime des sources auraient ainsi un caractère cyclique, du même genre que celui des variations glaciaires, sans que, dans un cas comme dans l'autre, on soit actuellement fixé sur la longueur du cycle.

A ces causes météorologiques, accentuées encore par l'application de la loi classique de Belgrand, d'après laquelle les pluies d'hiver presque seules profitent aux cours d'eau, il faut ajouter l'influence exercée par la nature de la roche et toute une série de causes artificielles, parmi lesquelles nous citerons d'abord les forages en vue d'usages industriels. D'après M. Demangeon, à Nauray (Aisne), depuis que la sucrerie est construite, les puits baissent au moment de la fabrication; à Haucourt, près de Vitry-en-Artois, ce sont encore les sucreries qui ont fait descendre de 300 mètres dans leur vallée les eaux du ruisseau. Des observations analogues ont été faites en Angleterre, où l'on constate aussi, en de multiples endroits, l'abaissement du niveau de la nappe phréatique. Enfin, le déboisement a certainement exercé l'action la plus néfaste, en même temps que la forêt constitue dans la question de l'eau le remède le plus efficace. Nous en ferons l'objet d'une prochaine Note.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles de Fribourg (Suisse).

¹ ABDERHALDEN et SCHITTENHELM: Zeitschr. physiol. Chem., t. XLVII, p. 452, 1906.

² Voy. la Revue du 15 avril 1906, p. 337.

³ H. CAVAILLÈS: L'économie pastorale dans les Pyrénées. Revue gen. des Sc., 1905, t. XVI, p. 777-783.

⁴ La Géographie, 15 février 1906.

⁵ Ibid., 15 mai 1906.

§ 5. — Sciences médicales

Génération de l'hémispasme facial par les injections profondes d'alcool. — MM. Abadie et Dupuy-Dutemps ont présenté, devant la *Société de Neurologie de Paris*, une femme de soixante-six ans, atteinte depuis seize ans d'un hémispasme facial gauche très intense. Cet hémispasme a complètement disparu à la suite d'une injection d'alcool faite dans le nerf facial selon la méthode de Schlosser.

Le spasme, qui avait débuté sans cause appréciable par des contractions rares et intermittentes de l'orbiculaire des paupières, s'était peu à peu étendu à tous les muscles de la face du côté gauche, suivant la forme classique décrite par M. H. Meige; progressivement, les contractions devinrent plus fréquentes et plus intenses, éveillant parfois la malade pendant son sommeil, s'exagérant quand elle parlait ou se livrait à un travail nécessitant une application soutenue de la vue. Elle dut même, pour ce fait, abandonner son métier de couturière. Les traitements médicaux les plus variés étaient restés sans effet, et depuis longtemps la malade, quoique profondément affectée par son mal, avait renoncé à se soigner, convaincue de l'inutilité de toute thérapeutique.

C'est dans ces conditions qu'elle vint consulter pour un traumatisme grave de l'œil droit ayant déterminé une rupture de la coque oculaire. L'organe put être conservé, mais la vision resta très réduite. Comme, d'autre part, l'œil gauche était presque constamment fermé par le spasme palpébral, la malade se trouvait pratiquement dans la situation d'une aveugle. Il devenait d'autant plus nécessaire de faire cesser le spasme.

Deux tentatives de traitement par injections d'alcool à la face dans le voisinage des rameaux temporo-facial et cervico-facial ne donnèrent d'autre résultat qu'une diminution passagère des mouvements spasmodiques.

C'est de guérison du blépharospasme présenté par M. Valade à la *Société d'Ophtalmologie de Paris* (novembre 1905) qu'émergea MM. Abadie et Dupuy-Dutemps à pratiquer une injection d'alcool dans le trou même du facial, à sa sortie du trou stylo-mastoïdien, en suivant la technique de Schlosser. Dans ce procédé, l'aiguille de la seringue de Pravaz est piquée en un point situé au sommet de l'angle que forme le bord antérieur de l'apophyse mastoïde et le cartilage du conduit auditif. Cette aiguille est enfoncée perpendiculairement à une profondeur de 2 centimètres; on la sent buter contre une résistance osseuse; c'est l'apophyse styloïde. La pointe est alors dirigée un peu en arrière et tombe sur le facial même, à son émergence du trou stylo-mastoïdien. A ce moment, on pousse lentement une injection de 1 centimètre cube d'alcool rectifié à 80° contenant 1/100 de stovaine.

Aussitôt après l'injection, la malade accusa une douleur assez vive, mais de courte durée. Au bout de quelques secondes apparut une paralysie faciale, qui fut complète en quelques minutes, mais qui s'atténua au bout d'un quart d'heure environ, tandis qu'apparaissaient de nouveau quelques contractions spasmodiques parcellaires des muscles de la face.

Les jours suivants, la paralysie resta assez accusée, sans toutefois gêner la malade ni empêcher une occlusion partielle des paupières. Mais le spasme ne se reproduisit pas, sauf quelques contractions rares et partielles, limitées à la commissure labiale et aux paupières. Au bout de vingt jours, la paralysie faciale était extrêmement atténuée. Il est intéressant de noter que les quelques secousses convulsives qui existaient encore pendant la première semaine, alors que la paralysie faciale était assez accusée, ont cessé progressivement, au fur et à mesure que celle-ci s'améliorait.

On peut constater, deux mois après l'intervention, que la paralysie faciale a complètement disparu et que

le spasme est guéri. La malade a repris une vie normale et peut travailler à la couture sans inconvénients.

Ainsi, une intervention bénigne a mis fin à une affection tenace et désagréable, qui aurait pu persister indéfiniment et qui, dans le cas particulier, constituait une véritable intimité.

Les applications de cette méthode vraiment efficace deviennent de plus en plus fréquentes. MM. Lévy et Baudouin, qui ont surtout appliqué, en la modifiant, la méthode de Schlosser au traitement de la névralgie du trijumeau vulgairement et improprement appelé tic douloureux de la face), ont eu également l'occasion d'intervenir dans des cas de spasme de la face. Ils ont présenté à la *Société de Neurologie de Paris* (séance du 3 mai 1906) un homme guéri d'un spasme facial datant de deux ans et demi; deux injections d'alcool au trou stylo-mastoïdien avaient amené cet heureux résultat. Chaque injection fut suivie d'une paralysie faciale périphérique transitoire, qui dura dix minutes lors de la première piqûre, et quelques heures lors de la seconde. La guérison du spasme (qui était continu et réveillait même la malade pendant son sommeil) se maintient depuis plusieurs mois.

Ces observations s'ajoutent à celles de Schlosser, de Valade et d'Ostwald pour montrer l'efficacité d'une méthode qui trouve son application à la fois dans cette affection si douloureuse qu'est la névralgie du trijumeau, et dans le spasme facial qui, bien qu'indolore, est extrêmement désagréable par sa persistance et sa rétivité à tous les traitements médicamenteux.

Enfin, ce procédé est inoffensif: dans aucun cas, il n'a provoqué d'accident. Le risque d'une piqûre de la carotide ou de la jugulaire par la pointe de l'aiguille, en cas d'anomalie anatomique ou de faute de technique, pourrait cependant imposer quelques réserves dans l'emploi de cette méthode; mais ce danger peut être évité en employant l'aiguille à mandrin imaginée par MM. Lévy et Baudouin.

La flore bactérienne de la chair de poisson. — La chair de poisson peut empoisonner, non seulement quand elle est crue, mais encore quand elle est cuite. Les recherches de M. Ehrlich le prouvent d'une façon incontestable. Cet expérimentateur a examiné des poissons de mer et surtout des poissons de rivière, parfois vivants, mais toujours frais, aussitôt après leur arrivée, puis le lendemain et quarante-huit heures plus tard. Cet examen consistait à exciser, avec les précautions d'usage, une parcelle de chair et à l'ensemencer sur divers milieux de culture liquides et solides. Il a fait des recherches identiques avec la chair cuite. Le mode de préparation adopté consistait à laisser cuire le poisson pendant une demi-heure à 90° ou pendant une heure à 100°, dans de l'eau additionnée de farine et de beurre. Dans la chair crue, comme dans la chair cuite, il a trouvé surtout deux espèces de bactéries, les unes liquéfiant la gélatine et appartenant au genre *Proteus*, les autres ne la liquéfiant pas et appartenant au genre *coli-bacille*. A côté de ces deux espèces, il a constaté encore la présence de microcoques, de sarcines, de bacilles du foin, de quelques anaérobies. Aussi bien dans l'une que dans l'autre chair, le nombre des bacilles augmente d'une façon très considérable après le premier jour, si bien que la chair, même cuite, devient, le deuxième jour, un véritable bouillon de culture. Et ces microbes sont tous virulents, surtout le *coli-bacille* et le *Proteus*, puisque le bouillon de poisson injecté à des cobayes, des souris ou des rats, les tue de façon inéluctable. Donc la cuisson ne détruit pas les microbes de la chair de poisson, et l'habitude de garder cette chair cuite douze ou vingt heures avant de la consommer est une grande faute d'hygiène.

¹ SAMUEL ULRICH: *Zeitschrift f. Hyg. u. Infektions-Kr.* 1906. t. LIII, p. 176.

LE P. MARIN MERSENNE ET LA PESANTEUR DE L'AIR

PREMIÈRE PARTIE : LE P. MERSENNE ET LE POIDS SPÉCIFIQUE DE L'AIR

Qui a imaginé le premier la célèbre expérience du Puy-de-Dôme? Est-ce Pascal? Est-ce Descartes? La question a donné lieu, et tout récemment encore, à de très vifs débats: tantôt les érudits ont paru favorables à Pascal, tantôt ils se sont prononcés en faveur de Descartes.

A cette question nous sommes tenté, pour notre part, de donner cette réponse: Celui qui a projeté le premier de faire l'expérience du Puy-de-Dôme, c'est le P. Maria Mersenne.

Pour parler plus exactement, l'expérience du Puy-de-Dôme, très facile à imaginer, a pu être conçue par Pascal, par Descartes, par bien d'autres encore. Mais le premier écrivit où elle se trouve proposée est un livre du P. Mersenne. Il est donc naturel d'attribuer à celui-ci la priorité de cette idée. Pour la lui refuser, il faudrait montrer que le projet de l'expérience du Puy-de-Dôme est, dans son œuvre, un apport étranger, qu'il l'a reçu d'autrui, tout formé. Nous allons voir, au contraire, que ce projet devait naître spontanément dans l'esprit du Minime, car il était la suite naturelle et comme le couronnement des recherches que Mersenne poursuivait depuis longtemps sur la pesanteur de l'air.

I. — LES PREMIÈRES TENTATIVES POUR DÉTERMINER LE POIDS SPÉCIFIQUE DE L'AIR. — JÉRÔME CARDAN.

Aristote pensait que l'air était pesant; à l'appui de cette opinion, il citait¹ une observation étrange, sans dire, d'ailleurs, s'il l'avait faite lui-même ou s'il la tenait de quelque autre philosophe: Une outre pèse davantage lorsqu'elle est gonflée d'air que lorsqu'elle est vide.

En ses commentaires ar *De Caelo* du Stagirite, Simplicius nous apprend qu'il avait reproduit cette expérience et que, contrairement au dire d'Aristote, il avait trouvé même poids à l'outre gonflée et à l'outre dégonflée; il suppose que le résultat contraire rapporté par le Philosophie s'explique par une cause d'erreur: le souffle qui a gonflé l'outre y a introduit de l'humidité, qui en a accru le poids.

Les observations contradictoires d'Aristote et de Simplicius ont provoqué, dans les écoles du Moyen Age, bien des discussions; elles se rattachaient, en effet, à ce problème essentiel, l'un de ceux qui furent le plus vivement débattus parmi les mécaniciens d'Alexandrie aussi bien que parmi les physi-

ciens de la Scolastique: Un élément pèse-t-il ou non lorsqu'il se trouve en son lieu naturel?

Les meilleurs esprits donnaient raison à Simplicius contre Aristote; ils expliquaient l'excès de poids de l'outre gonflée soit par l'humidité qu'on y avait introduite, soit par la condensation de l'air qu'elle contenait, condensation qui le rendait plus pesant que l'air ambiant. Mais il ne paraît pas qu'aucun physicien ait eu recours à l'expérience pour démontrer la gravité de l'air et pour en déterminer la grandeur.

Le premier essai que l'on ait tenté pour comparer par expérience la gravité de l'air à la gravité de l'eau est relativement très moderne; il a été fait en la seconde moitié du xvi^e siècle; il a pour auteur l'illustre et très étrange médecin, géomètre et astrologue Jérôme Cardan.

Pour déterminer le poids spécifique de l'air, Jérôme Cardan fait appel à certaines idées d'Aristote; de ces idées, bien éloignées de celles qui nous sont familières, il nous faut dire quelques mots.

En tout corps mobile, notre Dynamique moderne a coutume de discerner deux notions, la *masse* et la *force*. Il n'en est point de même de la Dynamique du Stagirite: nous y trouvons bien une notion, celle que désignent le plus souvent les termes de *δύναμις* et de *ἰσχύς*, qui correspond en général à notre notion de *force*; nous n'y trouvons aucun concept qui ait la moindre analogie avec notre notion de *masse*.

Un corps en mouvement² est toujours soumis à deux forces, une *puissance* et une *résistance*; faute de résistance, le mouvement ne se ferait pas dans le temps, la puissance amènerait le mobile, en un instant, au but où elle tend. La vitesse du mouvement croît avec la puissance et diminue, au contraire, lorsque la résistance croît. Fort peu géomètre, Aristote ne conçoit guère la fonction mathématique que sous la forme de proportionnalité³; il admet donc certainement cette loi, qu'il formule plus ou moins explicitement: La vitesse du mouvement d'un mobile est proportionnelle à la puissance qui le meut et en raison inverse de la résistance qui lui fait obstacle.

Une telle loi est en contradiction avec certaines autres propositions que la Physique péripatétici-

¹ Au sujet de cette exposition, voir surtout: ARISTOTE, *Physica acoustica*, livre IV, ch. 8.

² Voir, à ce sujet G. MILHAUD: *Études sur la pensée scientifique chez les Grecs et chez les Modernes*, pp. 112-117.

³ ARISTOTE: *De Caelo et Mundo*, livre IV, ch. 4.

cienne réputée vérité, notamment avec celle-ci : Un corps demeure en repos lorsque la puissance et la résistance qui le sollicitent sont égales entre elles. Cette contradiction si visible devait attirer vivement l'attention des écoles du ^{xiv}^e siècle et provoquer les Thomas Bradwardin, les Albert de Saxe, les Marsile d'Inghen aux premières attaques contre la Dynamique péripatéticienne. Il ne paraît pas qu'elle ait jamais embarrassé Aristote.

En un corps qui tombe, la *puissance* est représentée par le poids; au sein d'un même milieu, la vitesse de chute est proportionnelle au poids du mobile; cette loi est formellement enseignée au *De Cælo* d'Aristote, et aussi en un fragment *De gravi et levi*, attribué à Euclide, qui a exercé la plus grande influence sur la Mécanique des Écoles de Byzance et d'Alexandrie.

La *résistance* qui s'oppose au mouvement de ce corps est celle du milieu; l'eau résiste plus que l'air; la résistance croît avec le poids spécifique du milieu que le mobile traverse dans sa chute; ici encore¹, Aristote impose à la relation qui lie la résistance à la densité la forme d'une proportion; il admet que la résistance est proportionnelle à la densité du milieu.

Les vitesses de chute d'un poids donné qui tombe successivement en divers milieux sont donc en raison inverse des densités de ces milieux, et c'est une des raisons les plus puissantes qui militent contre le vide; un corps pesant y tomberait avec une vitesse infinie.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner tout ce qu'une semblable Dynamique a d'inadmissible; dès le Moyen Âge, elle était battue en brèche par plus d'un physicien; et cependant bon nombre de mécaniciens la regardaient encore comme exacte au ^{xvi}^e siècle, voire au ^{xvii}^e siècle; elle a dirigé les premières tentatives destinées à comparer la densité de l'air à la densité de l'eau.

Ces premières tentatives ont été effectuées par Cardan en son *Opus novum de proportionibus*².

Ce n'est pas que Cardan accepte sans aucune modification la Dynamique péripatéticienne, telle que nous venons de la retracer; mieux qu'Aristote, il sait combien est complexe l'action que le milieu exerce sur un mobile; mais les énoncés qu'il substitue à ceux d'Aristote ne procèdent guère d'une Dynamique plus exacte. Ainsi sa trente-troisième pro-

position³ affirme ceci : Lorsque deux mobiles de même figure descendent avec la même vitesse en deux milieux différents, les poids de ces mobiles sont inversement proportionnels non aux densités de ces milieux, comme l'exigerait la Mécanique d'Aristote, mais aux carrés de ces densités.

Les propositions que Cardan énonce au sujet de la résistance du milieu au mouvement des projectiles ne sont appuyées, cela va sans dire, d'aucun argument convaincant. Aucune preuve, par exemple, n'accompagne sa quatre-vingt-neuvième proposition⁴, celle qui lui permet de comparer la gravité de l'air à la gravité de l'eau.

Voici cette proposition :

« Trouver, par le moyen des poids, le rapport de la densité de l'eau à la densité de l'air. »

« Cela se peut faire de diverses manières. »

« En premier lieu, on peut prendre deux sphères de verre identiques entre elles; faire tomber la première dans l'air du haut d'une tour et mesurer la force du coup par l'instrument précédemment décrit; lancer l'autre dans l'eau avec une force égale à celle-là et mesurer en même temps la hauteur; il y aura même rapport du premier espace au second que de la densité de l'eau à la densité de l'air. »

« On peut aussi lancer la petite sphère au moyen d'un même instrument, d'abord dans l'air, puis dans l'eau, et former la même proportion. »

« Nous avons vu une machine balistique lancer un petit boulet de pierre, dans l'air, à soixante-dix pieds et, dans l'eau, à un pied et demi. Le rapport cherché serait donc de cinquante à l'unité. »

Tel est le premier essai que l'on ait tenté pour comparer le poids spécifique de l'air au poids spécifique de l'eau.

Cet essai va être repris par le P. Mersenne, qui sera sollicité de s'occuper de cette question par les pensées que Jean Rey lui suggérera.

II. — LES « ESSAIS » DE JEAN REY. — LA PREMIÈRE CORRESPONDANCE DE JEAN REY ET DU P. MERSENNE.

Pourquoi, lorsqu'on calcine de l'étain, le transforme-t-on en une chaux très blanche dont le poids surpasse notablement celui du métal que l'on a employé? Cette question, dont la solution devait un jour révolutionner la Chimie, avait été bien souvent agitée déjà lorsque le Sieur Brun, apothicaire à Sarlat, et fort curieux de Science, la posa de nouveau à son ami Jean Rey, médecin au Bugue en Périgord. Pour y répondre, Jean Rey composa les *Essays*⁵ qui en ont fait le précurseur de Lavoisier.

¹ ARISTOTE : *Physica auscultatio*, livre IV, ch. 8.

² HIERONYMUS CARDANI Mediolanensis, civis que Bononiensis, philosophi, medici et mathematici clarissimi, *Opus novum de proportionibus numerorum, motuum, ponderum, sonorum, aliarumque rerum mensurandarum*, non solum geometrico more stabilitum, sed etiam variis experimentis et observationibus rerum in natura, solerti demonstratione illustratum, ad multiplices usus accomodatum, et in V libros digestum... Basileæ, In fine : Basileæ, ex officina Henricæ Petri, anno Salutis MDLXX, mense Martio.

³ CARDANI *Opus novum de proportionibus*, p. 27.

⁴ CARDANI *Opus novum de proportionibus*, p. 82.

⁵ *Essays* de JEAN REY, Docteur en Médecine. Sur la

En effet, à la question que le Sieur Brun lui avait posée, Jean Rey répond en ces termes ¹ :

« Ce surcroît de poids vient de l'air, qui dans le vase a esté espessi, appesanti et rendu aucunement adhésif, par la véhémence et longuement continuée chaleur du fourneau ; lequel air se mesle avecques la chaux (à ce aydant l'agitation fréquente), et s'attache à ses plus menuës parties : non autrement que l'eau appesantit le sable que vous jettez et agitez dans icelle, par l'amoitir et adhérer au moindre de ses grains. »

Que l'air fût une matière pesante, c'était un des postulats essentiels de cette explication. Jean Rey devait donc s'attacher à rendre cette proposition sauve de tout doute ; et, en fait, il a consacré à cette tâche une bonne partie de ses *Essays*.

Non pas qu'il ait tenté de déterminer expérimentalement la gravité de l'air ; pour prouver que l'air est pesant, il s'est adressé au raisonnement, et non point à la balance, plus confiant en celui-là qu'en celle-ci : « le reviens à mes brisées², et dis que l'examen des pesanteurs qui se fait à la balance, diffère grandement de celui qui se fait à la raison. Cettui-ci n'est usité que de l'homme judicieux ; celui-là le plus rustaud le pratique. »

C'est d'ailleurs en homme judicieux, et nullement en rustaud, que Jean Rey discourt de la balance et qu'il manifeste³ l'erreur introduite dans les pesées par la poussée de l'air pesant : « La balance est si fallacieuse qu'elle ne nous indique jamais le juste poids des choses, fors que quand en icelle sont confrontées deux pesanteurs de même matière et figure, comme deux boulets de plomb. Mais deux lingots, par exemple, l'un d'or et l'autre de fer, que la balance nous montre esgaux, ne le sont pas pourtant : Car le fer pèse plus, de ce que pèse, selon la raison, l'air qui serait contenu en la place que le fer occupe plus que l'or. »

On n'imprimait rien, en France ou à l'étranger, touchant la Géométrie, la Mécanique ou la Physique, que le P. Marin Mersenne ne le lût ; sa bouillante imagination s'emparait des pensées que la lecture lui avait apportées ; les corollaires imprévus, les objections à résoudre, les expériences à faire, se présentaient en foule à son esprit ; et, tout aussitôt, de son écriture à peine lisible, il en composait des lettres qu'il adressait à l'auteur dont il venait de lire l'ouvrage ou à quelque autre savant ; ou bien encore, en un latin barbare, en un

français déplorable, il consignait ses réflexions en un livre hâtif, plein de fautes d'impression, où les opinions les plus contradictoires se heurtaient pêle-mêle, véritable fouillis de vérités et d'erreurs, image saisissante du désordre où s'agitait l'étrange intelligence du Minime.

Mersenne lut donc les *Essays* de Jean Rey ; il manda à l'auteur les pensées que cette lecture lui avait suggérées ; à quoi Jean Rey répondit et Mersenne répliqua. Les trois lettres échangées entre l'actif religieux et le médecin du Bugue sont datées du 1^{er} septembre 1631, du premier de l'an 1632, et du premier jour d'avril 1632. Elles furent imprimées avec la seconde édition des *Essays* de Jean Rey⁴.

Ces lettres sont d'un haut intérêt pour l'histoire des Sciences ; on y voit Mersenne proposer à Jean Rey, touchant la nature de la pesanteur, des opinions singulièrement justes, qu'il tenait sans doute de Képler ; mais ce ne sont point ces opinions qui doivent ici arrêter notre attention : nous la devons réserver aux propos qu'échangent les deux correspondants touchant le vide et la pesanteur de l'air.

Le 1^{er} septembre 1631, Mersenne écrit à Jean Rey⁵ :

« Quant à ce que vous adioustés, que l'air ne descend point dans un puis ou dans les cavernes que par sa pesanteur, ce n'est pas la vraie cause : car il entre et remplit tout de mesme les trous que l'on fait en haut : par exemple dans les poutres et chevrons des planchers, et l'on vous dira qu'il fait cela par sa légèreté, puisqu'il monte en haut, puisqu'il n'est autre chose qu'une infinie multitude de petites parcelles qui s'exhalent de la terre et de l'eau, sans lesquelles il n'y auroit que du vuide ; et cette opinion est reçuë de plusieurs par-deça.

« Ce n'est pas que ie croye que la fuite du vuide soit la cause efficiente de ce mouvement d'air qui va remplir les trous ; car ie ne crois pas seulement qu'il en soit la cause finale, puisque ce qui n'est point, et ce qui ne peut estre, à mon advis, ne peut estre cause finale. »

« Mais l'estime que la cause de ce remplissement d'air tant en haut qu'en bas vient de l'équilibre que la nature reprend : car la terre tirée des cavernes se faisant une place dans l'air, elle le chasse et le contraint de descendre au lieu d'où elle a esté tirée : autrement il faudroit que l'air, qui estoit

Recherche de la cause pour laquelle l'Etain et le Plomb augmentent de poids quand on les calcine. A Bazas, par Guillaume Millanges, imprimeur ordinaire du Roi. 1630.

¹ *Essays* de JEAN REY. Essay XVI : Response formelle à la demande, pourquoi l'Etain et le Plomb augmentent de poids quand on les calcine.

² *Essays* de JEAN REY. Essay VIII.

³ *Essays* de JEAN REY. Essay XV.

⁴ *Essays* de JEAN REY, docteur en Médecine, *Sur la Recherche de la cause pour laquelle l'Etain et le Plomb augmentent de poids quand on les calcine*. Nouvelle édition, revue sur l'Exemplaire original, et augmentée sur les Manuscrits de la Bibliothèque du Roi, et des Minimes de Paris, avec des notes, par M. Gobet. A Paris, chez Ruault, libraire, rue de la Harpe. MDCLXXVII.

⁵ *Essays* de JEAN REY, 2^e édition, pp. 109-111.

auparavant dans l'espace que la terre remuée occupe, s'ancrant, ou qu'il occupât le lieu d'un autre air par pénétration, ou qu'il pressât ou poussât un air égal dans les espaces imaginaires, ou qu'il souffrit une perpétuelle condensation, ce qui ne se voit point dans la nature, qui recompense toujours ses défauts par la voye la plus courte et la plus aisée : et tout ce que je vous dis sur ce sujet peut estre démontré. »

La doctrine que Mersenne expose dans cette lettre à Jean Rey est exactement celle qu'à la même époque Descartes développait en son *Monde*. On raconte qu'en 1633, lorsqu'il apprit la condamnation de Galilée, Descartes détruisit cet écrit où, à l'instar du grand géomètre de Pise, il soutenait le mouvement de la terre. Vraisemblablement, ce récit comporte quelque exagération : la crainte des censures de l'Église ne fut pas si puissante chez Descartes qu'elle lui fit jeter au feu ce qu'il avait écrit : il se contenta de ne le point publier ; et *Le Monde*, trouvé dans ses manuscrits, put être, après sa mort, livré à l'impression¹.

Voici, selon cet ouvrage², « quel jugement il faut faire du vuide » :

« Tous les mouvemens qui se font au Monde, sont en quelque façon circulaires, c'est à dire que, quand un corps quitte sa place, il entre toujours en celle d'un autre, et cety-cy en celle d'un autre, et ainsi de suite jusques au dernier, qui occupe au même instant le lieu délaissé par le premier : en sorte qu'il ne se treuve pas davantage de vuide parmi eux, lorsqu'ils se remuent, que lorsqu'ils sont arrêtez. Et remarquez icy qu'il n'est point pour cela nécessaire, que toutes les parties des corps qui se remuent ensemble soient exactement disposées en rond comme un vray cercle, ni même qu'elles soient de pareille grosseur ; car ces inégalitez peuvent être compensées par d'autres inégalitez, qui se treuvent en leur vitesse..... »

« Lorsque le vin qui est dans un tonneau, ne coule point par l'ouverture qui est en bas, à cause que le dessus est tout fermé : c'est parler improprement que de dire, ainsi qu'on fait d'ordinaire, que cela se fait par crainte du vuide. On sait bien que ce vin n'a point d'esprit, pour craindre quelque chose : et, quand il en auroit, je ne say pour quelle occasion, il pourrait appréhender ce vuide, qui n'est en effet qu'une chimère. Mais il faut dire plu-

tost, qu'il ne peut sortir de ce tonneau à cause que dehors tout est aussi plein qu'il peut estre, et que la partie de l'air dont il occuperoit la place s'il descendoit, n'en peut treuver d'autre où se mettre en tout le reste de l'Univers, si on ne fait une ouverture au dessus du tonneau, par laquelle cet air puisse remonter circulairement en sa place. »

On eût pu objecter à Descartes, et par ses propres principes, que sa *matière subtile*, capable de franchir les pores des autres corps, n'avait pas besoin que l'on ouvrit la bonde pour pénétrer à l'intérieur du tonneau et y occuper une place égale à celle que le vin écoulé prendrait au dehors. Son explication donc ne valait rien ; il a dû le reconnaître, car parfois — nous le verrons dans un instant, — il ne s'y est pas tenu.

Cette explication, en tout cas, est celle-là même que son ami Mersenne proposait à Jean Rey.

« Au Bugue en Périgort, le premier de l'an 1632 », Jean Rey répondait à Mersenne ; et, au sujet de la fuite du vide, voici ce qu'il lui disait³ :

« Maintenant vendés-vous aux prises avec moi, quand vous dites qu'on me dira que l'air, qui remplit les trous faits en haut dans les poutres d'un plancher, doit estre dit léger puisqu'il monte. Mais ie leur dirai qu'il faut par la mesme raison qu'ils dient l'eau estre legere, qui monte dans un bateau par les trous qui se font dans ses planches : ou pour mieux faire quadrer la comparaison qui monte dans les trous qu'on peut concevoir estre faits dans les voutes des cavernes qui sont sous les eaux. Ils ne m'accorderont pas ceci, ni moi à eux le reste. Certes, l'un et l'autre remplissage se fait par la pesanteur des parties plus hautes, tant de l'air que de l'eau, qui s'affaissant sur les plus basses, les contraignent de pousser celles qui sont près des trous à les remplir. »

« Ce que vous-mesme confirmés sans y penser, quand vous dittes que cela vient de l'équilibre que la nature reprend ; ce qui est très-veritable, et ie suis avecques vous iusques-là. Mais il faut passer outre et demander d'où vient cet équilibre, à quoi ie responds que c'est de la pesanteur, car tout équilibre la suppose : et qui dit équilibre ne dit autre chose qu'une egalité de poids... »

« Qu'on suspende un ais dessus l'eau, touchant iustement sa surface, qu'on le trouë tant qu'on voudra, on ne verra iamais que l'eau y monte. Il arriverait de mesme de l'air, cet ais étant suspendu en sa supresme surface, et ce d'autant que la pesanteur de l'un et de l'autre y resiste, et qu'il n'y a point de corps plus pesans au-dessus, qui s'affaissant les y contraignent. »

Les pensées contenues en cette lettre sembleront

¹ *Le Monde* de M. DESCARTES ou le *Traité de la Lumière et des autres principaux objets des sens*. Avec un discours du Mouvement local et un autre des Fièvres, composez selon les principes du même Auteur. A Paris, chez Jacques Le Gras, au Palais, dans la Gallerie des Prisonniers. MDCXLIV.

² DESCARTES : *Le Monde*. Chap. IV. Quel jugement il faut faire du vuide : et quelle est la raison pourquoy nos sens n'aperçoivent pas certains corps.

³ *Essays* de JEAN REY, 2^e édition, p. 124.

peut-être bien en avance sur celles des contemporains de Jean Rey si on les compare aux explications qu'en 1638, Galilée donnait encore de l'ascension de l'eau dans les pompes. Au voisinage de 1630, cependant, Jean Rey n'était pas le seul physicien qui soupçonnât le véritable rôle de la pression engendrée par une atmosphère pesante.

En des entretiens tenus en 1629 avec Gassendi, un professeur de mathématiques de Dordrecht, qui fut collaborateur de Descartes, Isaak Beeckman, exprime à deux reprises des pensées analogues à celles de Jean Rey : « J'ai montré, dit-il¹, que l'air était grave, qu'il nous pressait de tous côtés d'une manière uniforme, en sorte que nous ne souffrions pas de cette pression, et que cette gravité est la cause de ce qu'on nomme la fuite du vide... » Et encore² : « Explication de la fuite du vide... L'air repose sur les choses à la manière de l'eau, et il les comprime selon la hauteur du fluide qu'elle supporte... Les choses se précipitent avec une grande puissance en un lieu vide, à cause de la grande hauteur de l'air qui les surmonte, et du poids qui en résulte. »

Plus nettement encore que Jean Rey et que Beeckman, Descartes rendait compte de la cause et des effets de la pression atmosphérique. Le 2 juin 1631, il adressait à un correspondant inconnu, que l'on croit être Renieri, un exposé³ de sa doctrine sur le plein universel et sur la forme cyclique de tout mouvement; cet exposé différait peu de celui qu'il insérait au même moment dans son *Monde*, de celui qu'il devait donner plus tard aux *Principia Philosophiæ*. Mais les lettres de Descartes sont, bien souvent, plus riches en vues originales, en aperçus géniaux que ses livres; dans l'abandon d'une correspondance intime, le grand philosophe se laissait aller à des considérations théoriques qui lui semblaient trop peu achevées pour qu'il les jugeât dignes de la belle ordonnance des traités qu'il publiait. Ainsi en est-il de la lettre qui nous occupe. Elle renferme un passage qui n'a son analogue ni dans *Le Monde*, ni au livre des *Principes*. Voici ce passage, où Descartes entreprend d'expliquer à son correspondant pourquoi un tube rempli de mercure ne laisse pas écouler le liquide qu'il contient, lors même que l'ouverture en est tournée vers le bas :

« Pour resoudre vos difficultez, imaginez l'air comme de la laine, et l'ather qui est dans ses pores comme des tourbillons de vent qui se meu-

vent çà et là dans cette laine; et pensez que ce vent qui se joue de tous costez entre les petits fils de cette laine, empesche qu'ils ne se pressent si fort l'un contre l'autre, comme ils pourraient faire sans cela. Car ils sont tous pesans... »

« Or cette pesanteur ne se sent pas communément dans l'air, lorsqu'on le pousse vers le haut; pour ce que si nous en élevons une partie, par exemple celle qui est au point E (fig. 1, vers F, celle qui est en F va circulairement vers GHI et retourne en E; et ainsi sa pesanteur ne se sent point, non plus que seroit celle d'une roue, si on la faisait tourner, et qu'elle fût parfaitement en balance sur son aissieu. Mais dans l'exemple que vous apportez du tuyau DR (fig. 2, fermé par le bout D par où il est attaché au plancher AB, le vif

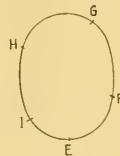


Fig. 1.

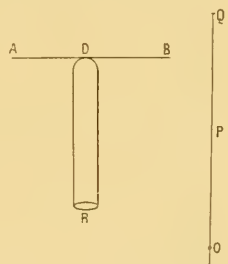


Fig. 2.

argent que vous supposez estre dedans, ne peut descendre tout à la fois, que la laine qui est vers R n'aïlle vers O, et celle qui est vers O n'aïlle vers P et vers Q, et qu'ainsi il n'enlève toute cette laine qui est en la ligne OPQ, laquelle prise toute ensemble est fort pesante. Car le tuyau estant fermé par le haut, il n'y peut entrer de laine, je veux dire d'air, en la place du vif argent, lorsqu'il descend... »

« Et afin que vous ne vous trompiez pas, il ne faut pas croire que ce vif argent ne puisse être séparé du plancher par aucune force, mais seulement qu'il y faut autant de force qu'il en est besoin pour enlever tout l'air qui est depuis là jusqu'au dessus des nuées. »

Ce n'est pas seulement en France et en Hollande que l'on rencontrait des physiciens disposés à prendre la pesanteur de l'air pour cause des effets que l'on attribuait auparavant à l'horreur du vide; cette opinion était admise également par certains physiciens Italiens; tel Jean-Baptiste Baliani.

Le 26 octobre 1630, Baliani adressait à Galilée une lettre⁴ où nous lisons des pensées toutes sem-

¹ IS. BEECKMANN *Mathematico-physicarum meditationum, questionum, solutionum centuria*, 1644; n° 77, p. 43.

² BEECKMANN : *loc. cit.*, n° 37, p. 13.

³ *Œuvres complètes de DESCARTES*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery; tome I, *Correspondance*, n° XXXIV, p. 205.

⁴ *Le Opere di GALILEO GALILEI*. Prima edizione completa. Tomo IX, p. 210. Firenze, 1852.

blables à celles que Jean Rey, Beeckman et Descartes avaient exposées :

« Je ne suis plus de l'opinion vulgaire, selon laquelle il n'y a pas de vide... et, pour tout dire, j'ai commencé de croire que le vide était naturellement possible dans le temps même que j'ai reconnu à l'air un poids sensible; c'est alors que Votre Seigneurie m'enseigna dans une de ses lettres le moyen de trouver le poids exact de l'air, bien que je n'aie point réussi jusqu'ici à faire l'expérience. »

« Voici donc mon opinion : Il n'est pas vrai que le vide répugne à la nature des choses; il est seulement vrai qu'il ne se peut produire sans une grande violence, et l'on peut déterminer quelle est cette violence requise pour obtenir le vide. D'ailleurs, si l'air est pesant, il n'y a entre l'eau et l'air qu'une différence du plus au moins; il vaut donc mieux, pour éclairer ma pensée, que je parle de l'eau, dont le poids est plus sensible; car, ce qui se produit pour l'eau devra se produire aussi pour l'air. »

Baliani explique alors que, plongés entièrement dans l'eau, nous en ressentons seulement la pression uniforme, mais non le poids, tandis que ce poids nous chargerait si, placés dans l'air, nous portions une colonne d'eau sur notre tête. Après avoir rappelé cette distinction, bien connue déjà aux temps de Héron d'Alexandrie, le mécanicien Génois l'étend à l'air : « J'estime, ajoute-t-il, que plus l'air se trouve élevé au-dessus du sol, plus il est léger; toutefois, je crois son immensité si grande qu'en dépit de la faiblesse de son poids spécifique, si l'on sentait la charge de tout l'air qu'on porte au-dessus de soi, on éprouverait un très grand poids; il ne serait cependant pas infini; il aurait une valeur déterminée, en sorte qu'un moyen d'une force proportionnée à ce poids, on pourrait le surmonter et produire le vide. »

« Si l'on voulait trouver la grandeur de cette force, il faudrait que l'on connût la hauteur de l'atmosphère et le poids spécifique de l'air à une hauteur quelconque au-dessus du sol. Quoi qu'il en soit, je juge que cette valeur est telle que l'on pourrait produire le vide avec une violence égale à celle que peut produire l'eau dans un canal dont la longueur ne dépasse pas 80 pieds. »

Au voisinage de l'an 1630, les mêmes pensées au sujet de la pesanteur de l'air et de la pression atmosphérique sont donc agitées, dans les pays les plus divers, par des physiciens qui n'ont point communication entre eux. Ce qu'écrivait Beeckman à Dordrecht, Baliani à Gênes, Descartes à Amsterdam, Jean Rey le conçoit en une minime cité du Périgord. Quiconque a médité l'histoire des sciences connaît cette sorte d'attente qui oriente vers une même vérité les esprits les plus éloignés les uns

des autres, cette tension générale qui annonce et prépare une grande découverte; il semble qu'avant de prendre sa forme définitive, aux contours nets et arrêtés, en la raison de celui qu'on saluera du titre d'inventeur, l'idée soit partout diffusée, vague et indécise, attendant l'heure de son avènement.

Le principe de l'expérience de Torricelli, de l'expérience du Puy-de-Dôme, qui en est le complément naturel, ne transparait-il pas, bien visible, au travers des pensées que développent Baliani, Descartes et Jean Rey? Comme la châtaigne mère qui, déjà, entr'ouvre sa bague, et qu'un souffle suffira à dégager de son épineuse enveloppe, il semble solliciter le hasard heureux qui le fera briller à tous les regards.

Quand un fruit est mûr à ce point, il n'est pas besoin d'un vigoureux effort pour le détacher de l'arbre; la main d'un enfant suffit à le cueillir. Ne nous étonnons donc point, si la même découverte se trouve faite en même temps par plusieurs inventeurs, par l'homme de génie aussi bien que par l'humble amateur de Science; ne soyons point surpris que l'expérience du vif argent se réalise à la fois entre les mains de celui que Pascal nomme « le grand Torricelli » et de l'obscur capucin qui a nom Valeriano Magni; ne réputons pas invraisemblable que le projet de l'expérience du Puy-de-Dôme ait pu être formé simultanément par Descartes, par Blaise Pascal et par le P. Mersenne.

Et surtout entre ces inventeurs divers en qui l'idée, arrivée à maturité, s'est incarnée presque au même moment, n'allons pas débattre avec passion des procès de priorité; la graine qui germe a-t-elle plagé la graine qui, une heure plus tôt, germait dans le même champ?

III. — LES PREMIÈRES TENTATIVES DU P. MERSENNE POUR DÉTERMINER LE POIDS SPÉCIFIQUE DE L'AIR.

Il ne paraît pas que Jean Rey ait, tout d'abord, persuadé le P. Mersenne de son opinion touchant la pression atmosphérique; du moins a-t-il convaincu le Minime que l'air était pesant. « Ce n'est pas, lui écrit celui-ci ' au premier jour d'avril 1632, l'eau du thermomètre qui se raréfie quand elle monte comme vous dites : mais c'est l'air qui s'épaississant, la fait monter, et se dilatat par rarefaction, la fait descendre... le pense avoir trouvé le moyen de peser l'air et de savoir combien est plus léger l'argent et les autres corps tant solides que liquides : mais ie n'ay pas encore la commodité de pezer à raison des instruments qu'il faut avoir. »

Depuis longtemps déjà, Galilée avait institué un

¹ *Essays* de JEAN REY, 2^e éd., p. 159.

procédé expérimental propre à déterminer le poids spécifique de l'air et l'avait fait connaître à quelques-uns de ses correspondants. Mersenne, qui ne connaissait point la méthode de Galilée, s'efforça de son côté à résoudre la solution du même problème. Il le tenta par les voies les plus diverses; de ces voies, beaucoup nous semblent, aujourd'hui, fort mal choisies et bien peu capables de mener au but que l'inlassable religieux souhaitait ardemment d'atteindre; celui-ci, cependant, était très logiquement conduit à s'y engager par les idées qu'il admettait, que la plupart de ses contemporains admettaient avec lui touchant la dynamique.

De ces premières tentatives de Mersenne pour prouver et déterminer la gravité de l'air, nous trouvons l'exposé dans le volumineux ouvrage qui fut publié à Paris, en 1636, sous le titre d'*Harmonie universelle*¹.

Le premier procédé imaginé par Mersenne ne serait point apte — à supposer qu'il fût réalisé — à déterminer le poids spécifique de l'air, mais seulement à prouver que l'air est pesant et que l'air raréfié par la chaleur pèse moins que l'air froid. Mersenne le décrit, au Livre premier de l'*Harmonie universelle*², sous ce titre : PROPOSITIO XIII. *Déterminer pourquoi l'on oyt mieux de nuict que de jour; et si l'on peut sçavoir combien l'air qui est chaud est plus rare et plus léger que celui qui est froid; et de combien il est plus léger que l'eau.*

« L'on trouvera, dit Mersenne, la comparaison de deux airs différens, par exemple d'un air froid et d'un air chaud, si l'on prépare deux grandes boëtes ou caisses de bois fort léger dont l'une puisse estre fermée et scellée si justement que l'air n'en puisse sortir et n'y puisse entrer, et l'autre soit toujours ouverte; et que toutes deux soient de mesme poids; car lors que l'on les aura pesées dans un air froid et condensé, comme est celui de dehors à l'hiver, lorsqu'il gèle, et que l'on aura enfermé cet air dans une des boëtes, si on les apporte dans une chambre, dont l'air soit deux ou plusieurs fois plus chaud et conséquemment plus rare, et que l'on les pèse derechef, l'on trouvera que celle dans laquelle l'air dense est enfermé

pèsera d'avantage que celle qui est ouverte et dont l'air est égal en rareté à celui de la chambre. »

En même temps qu'il projette cette impraticable expérience, Mersenne en indique une autre qu'il est plus aisé de réaliser et qui, depuis lors, a été maintes fois exécutée sous le nom d'expérience du *Jaroscope* :

« L'on peut encore user d'un autre moyen, à sçavoir d'une grande pièce de bois qu'il faut mettre en équilibre dans l'air de la chambre [avec un morceau de plomb], car si le morceau de plomb est douze fois moindre que le morceau de bois, et que l'on pèse l'un et l'autre dans l'air de dehors qui soit deux fois plus froid et plus dense, et conséquemment plus pesant, ces deux poids ne seront plus en équilibre, car le morceau de bois estant douze fois plus gros que celui de plomb, il pressera et fera lever douze fois d'avantage d'air; et conséquemment il sera d'autant plus léger dans cet air que dans l'autre de toute la pesanteur de l'air esgale en grandeur audit morceau de bois. »

D'ailleurs cette ingénieuse expérience a pu être suggérée à Mersenne par la lecture de l'*Essay* XV de Jean Rey, essai dont nous avons donné un extrait.

Rien ne prouve que Mersenne eût tenté les expériences dont nous lui avons vu tracer le plan; les eût-il exécutées, qu'elles ne lui eussent point fait connaître le poids spécifique de l'air; or, c'est ce poids spécifique qu'il souhaitait surtout de connaître. C'est ce poids spécifique qu'il pense déterminer au moyen des expériences dont nous allons parler. Ces expériences sont décrites en une partie³ de l'*Harmonie universelle* postérieure à celle que nous avons citée tout à l'heure,

Au début de cette partie, nous trouvons une PREMIÈRE OBSERVATION ainsi intitulée : *De la vitesse des corps pesans qui descendent par leur mouvement naturel dans l'air, ou dans l'eau, et de combien l'eau est plus pesante que l'air.* De cette observation, nous extrayons le passage suivant :

« Je dy donc que le corps qui descend en l'air est plus pesant que l'air et que si l'on trouve un corps si peu pesant qu'il descende dans l'air un espace égal dans un temps égal, à l'espace et au temps qu'un autre corps assez pesant descend dans l'eau, la raison de la pesanteur du premier corps sera à la pesanteur de l'air comme celle du 2 corps à la pesanteur de l'eau... »

« Or j'ay trouvé un corps qui descend en l'air aussi lentement que le plomb dans l'eau, car l'un et l'autre descend de quatre pieds dans le temps d'une seconde, et de 12 dans le temps de 2 secondes... »

¹ *Harmonie universelle contenant la théorie et la pratique de la Musique, où est traité de la Nature des Sons, et des Mouvements, des Consonances, des Dissonances, des Genres, des Modes, de la Composition, de la Voix, des Chants, et de toutes sortes d'Instrumens Harmoniques.* Par F. MARIN MERSENNE de l'Ordre des Minimes. A Paris, chez Sebastien Cramoisy, Imprimeur ordinaire du Roy, rue S. Jacques, aux Cicognes, MDCXXXVI. — Sur ce curieux ouvrage, on trouve une étude très soignée, due à Paulin Richard, dans BRENET, *Manuel du libraire et de l'amateur de livres*, 5^e édition, 1862, p. 1662.

² MARIN MERSENNE : *Harmonie universelle*. Livre premier : *De la nature et des propriétés du son*, pp. 29-32.

³ MARIN MERSENNE : *Harmonie universelle*. Nouvelles observations physiques et mathématiques, pp. 1-3.

« Ayant pesé le corps A qui descend dans l'air, j'ai trouvé qu'il pèse quatre grains, et qu'il est du moins 162 fois plus léger que la cire de mesme volume et figure; de sorte que si nous supposons que l'eau de mesme grosseur que la cire soit plus pesante d'une 21 partie, il s'ensuit que l'air estant unze fois plus léger que le dit corps A, est plus léger 1870 fois que l'eau, puisque le plomb qui descend en mesme temps et de mesme hauteur dans l'eau, est unze fois plus pesant qu'elle. »

Cette déduction repose tout entière sur les principes de la Dynamique péripatéticienne.

Mersenne qui appuie son expérience à ces principes ne peut ignorer cependant à quelles critiques ils sont en butte; il a lu¹ le *De proportionibus* de Cardan; il sait donc que Cardan n'accepte pas la règle qu'il invoque, qu'à cette règle, le médecin milanais en substitue une autre, formulée de la sorte : Les poids de deux corps qui descendent avec la même vitesse l'un dans l'air, l'autre dans l'eau, sont dans le même rapport que les carrés des densités de l'air et de l'eau. Il semble, d'ailleurs, que le désir d'écarter l'opinion de Cardan ait dicté au Minime ce corollaire² :

« Entre plusieurs objections qui se peuvent proposer contre la raison de la pesanteur de ces deux éléments, l'une se peut prendre de leur différente glus, colle et ténacité, qui fait que l'eau ne cède pas aisément, encore qu'elle n'ayt peut estre pas tant de résistance et de pesanteur que celle dont nous avons parlé; mais on peut s'imaginer la mesme chose de la ténacité de l'air, qui le rend continu et lié ensemble, comme l'eau. »

Une autre objection, plus formelle et plus grave que les critiques de Cardan, peut être opposée à la règle de Dynamique qu'Aristote a énoncée et dont Mersenne fait usage. Comment cette règle peut-elle être exacte si des corps de poids spécifiques très différents tombent dans l'air avec des vitesses sensiblement égales? Or, Mersenne sait qu'il en est ainsi. Dès le 1^{er} septembre 1631, il écrit³ à Jean Rey : « A quoy l'adiouste ce dont vous serés peut estre bien aise d'estre assuré; car cela va contre l'opinion commune, à sçavoir qu'un corps ne va pas plus viste en bas, quoique plus pesant : car un boulet de fer, et une boule de bois descendent de cinquante pieds aussi viste à terre l'un que l'autre, quoique le boulet peze huit fois davantage la boule estant quasi de mesme volume : et un charbon tombant de vos mains ira aussi viste à terre, qu'un semblable morceau de plomb. »

Cette affirmation avait scandalisé Jean Rey; en sa réponse à Mersenne, il disait⁴ :

« Touchant ce que vous dites que l'expérience fait voir... qu'un boulet de fer et une bale de bois de mesme volume, vont si viste en bas l'un que l'autre, quoique le fer peze huit fois plus : et qu'un charbon, et un pareil morceau de plomb tombant de mes mains, vont à terre d'une vitesse égale : bref qu'un corps ne va plus viste en bas, quoique plus pesant. Je desirerois que fussiés à le dire, car, sans doute ces experiences ont esté par vous mal expérimentées, et vous coniore de les refaire : mais exactement et d'un lieu haut, vous engageant mon honneur, si par après vous ne changés de langage. »

Mersenne ne changea pas de langage, tant s'en faut; dans sa réplique à Jean Rey, il insista de nouveau⁵ sur ce qu'il lui avait affirmé dans sa première lettre :

« Je remarque donc particulierement que vous tenés pour certain que les pierres descendent par leur pesanteur, consequemment tous les autres corps pesants, mais si vous considérés qu'il s'en suivroit de-là que plus ils seroient pesants en mesme volume, et plus viste ils descendroient : par exemple, que la boule de plomb descendroit plus viste douze fois, que celle-là de hestre : ce qui n'arrivant pas pourtant, peut-estre que vous changérés d'advis, et mesme que la chaleur eschauffe d'autant plus qu'elle est plus grande, et que la force tire un poids d'autant plus pesant qu'elle est plus grande : et ladite boule devoit descendre douze fois plus viste, quoiqu'elle descende quasi en mesme tems : à quoy mesme respond vostre raisonnement si vous y prenés garde. Veritablement, ie m'estonne de ce que vous vous déliés de mon experience de l'esgalle vistesse d'un boulet de fer et d'un boulet de buis : car s'il ne tient qu'à vous faire signer solennellement plusieurs personnes de qualité qui ont veu et fait l'experience avec moi, ils vous le tesmoigneront authentiquement : et sçai de science assurée que si vous laissés tomber du plomb et du charbon de vos deux mains en mesme tems de la fenestre d'une haute chambre en bas, qu'ils iront aussi viste à terre l'un que l'autre : ce qui arrivera aussi si vous laissez tomber une piece de cent livres et un morceau de la mesme piece d'une seule once : et ie ne me repends point de vous l'avoir escript parce qu'il est vray : quoique l'estime que si on estoit élevé ce quatre ou cinq lieues haut, qu'il y auroit quelque différence. »

Comment Mersenne aurait-il pu oublier en 1636 la vérité qu'il affirmait si fort en 1632, et d'après ses propres expériences? Et, s'il ne l'avait pas oubliée,

¹ Cet ouvrage est cité en l'*Harmonie universelle*. A. Traitez de la nature des sons et des mouvemens de toutes sortes de corps, p. 121.

² MARIN MERSENNE : *Harmonie universelle*, loc. cit., p. 7.

³ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 111.

⁴ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 128.

⁵ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 149.

comment s'y prenait-il pour la concilier avec la règle dont il usait pour déterminer la densité de l'air? Assurément, cette contradiction l'a fort embarrassé et ses efforts n'ont pu l'en défaire; car on ne saurait regarder comme une solution ce *Corollaire*, qu'il joint¹ à sa détermination de la densité de l'air :

« L'une des plus grandes difficultez qui se peuvent apporter contre la proportion précédente de la pesanteur de l'eau et de l'air, et mesme contre le moyen que nous avons pratiqué pour la trouver, consiste en la descente des autres corps qui devoient, ce semble, faire leurs chutes dans un temps proportionné à leurs pesanteurs comparées entre elles, ou à celle de l'air... »

« Or si cette méthode est recevable parce qu'elle est fondée sur l'égalité des descentes faites en des temps et des espaces egaux, par des corps egaux en quantité et figure, et néanmoins que la mesme chose ne suive plus en mesme raison dans l'inégalité; il est raisonnable d'avouer que l'égalité peut estre nommée la mère, ou l'origine des veritez dont nous sommes capables. »

Ces citations nous montrent la gravité des contradictions logiques qui brisaient, en l'esprit de Mersenne, l'unité de ses connaissances touchant la Dynamique; des propositions fausses, empruntées à l'antique Mécanique de l'Ecole, s'y affirmaient à côté de vérités fournies par la Science naissante; le manque de sens critique dont était accompagnée l'exubérante imagination du laborieux Minime lui permettait de s'accommoder de ces disparates, sans les trop remarquer, et d'user tour à tour d'hypothèses inconciliables.

N'allons pas, d'ailleurs, nous scandaliser outre mesure de cet état d'esprit; il eût été malaisé, à ce moment, qu'un logicien exigeant parlât de Mécanique. Le système cohérent créé par Aristote et par ses commentateurs, battu en brèche par une infinité d'arguments et d'expériences, s'en allait, délabré; du système qui devait un jour le remplacer, à peine quelques ébauches apparaissaient çà et là, douteuses encore et hésitantes, mal affirmées contre les objections, sans lien les unes avec les autres. C'eût été tâche trop difficile, même pour le plus puissant esprit, que de deviner dès lors le plan de la Science future, que de s'attacher fermement aux seules vérités appelées à former cette Science, que de rejeter sans pitié toutes les propositions qu'elle devait un jour condamner. Galilée est demeuré fort loin de l'accomplissement d'une semblable tâche, et Descartes même, qui en a le plus approché, n'aurait pu formuler une Dynamique parfaitement cohérente.

¹ MARIN MERSENNE : *Harmonie universelle*. Nouvelles observations physiques et mathématiques, pp. 7-8.

Lorsqu'on étudie l'histoire de la Dynamique en la première moitié du XVII^e siècle, on croit parcourir une ville qu'un cataclysme récent a ravagée et qui commence à peine à émerger de ses ruines. Parmi des amas de décombres, paraissent d'anciens édifices dont on soupçonne encore l'antique solidité, mais dont les murs crevassés branlent et s'écroulent. Çà et là, s'élèvent des constructions neuves, encore inachevées, premiers germes d'une ville future dont on ne devine ni les avenues, ni les carrefours, dont le plan demeure ignoré du visiteur. C'est seulement au temps de Newton que la nouvelle cité, entièrement rebâtie, ouvrira ses voies, larges et bien tracées, à celui qui voudra en parcourir les divers quartiers.

Quoi qu'il en soit, Mersenne voyait ou, du moins, entrevoyait que sa détermination du poids spécifique de l'air était appuyée à des hypothèses peu sûres; il devait souhaiter qu'elle fût contrôlée par une détermination nouvelle, reposant sur d'autres suppositions; de fait, il en citait une seconde¹; mais les fondements en étaient aussi peu solides que ceux qui portaient la première :

« Cette pesanteur d'air peut estre confirmée par l'observation que j'ay faite de la tardivité des mouvements des cercles qui se font dans l'eau, lorsqu'on y laisse tomber une pierre, ou qu'on la touche d'un baston: car tandis que le diamètre des cercles de l'air fait 1380 pieds dans une seconde minute, comme témoigne le son, qui fait 230 toises dans cette seconde, c'est à dire 1380 pieds, le diamètre des cercles de l'eau ne fait pas neuf poudes, parce que la vitesse du mouvement de l'air est à celle du mouvement de l'eau, comme la pesanteur de l'eau à celle de l'air, c'est à dire 1870 à 1. »

Mersenne s'est attaqué avec obstination au problème qui consiste à déterminer la densité de l'air; jusqu'ici, les méthodes qu'il a proposées pour le résoudre partent de principes erronés. Il sera mieux inspiré dans les tentatives que nous allons rapporter.

IV. — L'HORREUR DU VIDE ET LA DENSITÉ DE L'AIR SELON GALILÉE.

Mais avant que Mersenne n'eût fait imprimer ses nouveaux essais pour déterminer la densité de l'air, Galilée avait publié les siens.

C'est en 1638, en effet, que parurent les *Discours et démonstrations mathématiques au sujet de deux nouvelles sciences relatives à la Mécanique et aux mouvements locaux*².

¹ MARIN MERSENNE : *Harmonie universelle*. Nouvelles observations physiques et mathématiques, pp. 3-4.

² *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla Meccanica, ed ai movimenti*

En la première journée de ces célèbres dialogues, les deux problèmes de l'horreur du vide et de la gravité de l'air étaient longuement traités, sans que d'ailleurs Galilée établît aucun rapprochement entre ces deux questions.

Galilée croit à l'horreur du vide (*repugnanza al vuoto*), mais il ne lui attribue pas une puissance infinie; il la regarde comme une force déterminée et mesurable; il propose même des moyens propres à la mesurer. Il veut prendre un vase exactement rempli d'eau et fermé par un piston de bois; en déterminant le poids dont la traction est capable de séparer les deux surfaces contiguës de l'eau et du piston et de produire entre elles un espace vide, on mesurera la puissance dont est capable cette horreur du vide (*la quantità della forza del vuoto*).

D'ailleurs, une expérience toute semblable se trouve déjà réalisée. L'un des trois interlocuteurs, Sagredo, se souvient d'avoir vu une pompe aspirante qui cessait d'élever l'eau d'une citerne lorsque le niveau de cette eau s'abaissait trop; le maître fontainier, consulté, avait déclaré qu'aucune pompe aspirante, qu'elle fût large ou étroite, ne pouvait faire monter l'eau au-dessus d'une certaine limite; il avait évalué cette limite à un peu plus de dix-huit brasses.

L'observation que rapporte Sagredo était, en effet, et depuis fort longtemps, à la connaissance des maîtres fontainiers; en 1615, l'un des plus illustres d'entre eux, Salomon de Caus, parlait de cette limite imposée à la puissance des pompes aspirantes comme d'un fait d'expérience vulgaire : « L'air, disait-il¹, passe à travers l'eau quand il est pressé... L'air comme a esté dit, bouillonnera à travers de l'eau; il y a aussi un pareil accident de la même nature qui arrive aux pompes simples; c'est quand l'on veut forcer l'eau à monter plus haut que la nature de la machine ne souffre; l'air entrera à travers l'eau, comme sera montré par cy après, aux machines propres pour hausser l'eau avec des pompes. » Salomon de Caus sait, d'ailleurs, que cette hauteur au delà de laquelle une pompe aspirante ne peut élever l'eau est voisine de trente pieds, car avec une machine à deux corps de pompe, il pense l'élever à soixante pieds².

Cette observation, bien connue des ingénieurs hydrauliciens, et que Sagredo vient de rapporter, Galilée l'interprète par la voix de l'interlocuteur

Salviati : « Si nous pesons le cylindre d'eau que contient un canal quelconque, large ou étroit, haut de dix-huit brasses, nous connaîtrons la valeur de la résistance au vide. »

Galilée admet donc, comme Baliani le lui suggérait en 1630, que la violence qu'il faut faire à la Nature pour produire un espace vide a une valeur limitée; pour déterminer cette valeur, il prend une méthode qui semble très conforme aux pensées de Baliani; mais il ne suit pas jusqu'au bout la voie que le physicien génois lui avait tracée; il ne va pas jusqu'à regarder la pression de l'air pesant comme l'explication de cette résistance au vide; il demeure fort en arrière des vérités que les physiciens les plus divers avaient entrevues depuis plusieurs années.

Il sait cependant que l'air est pesant et, dans le même dialogue, il décrit le procédé expérimental par lequel il s'est efforcé d'en déterminer le poids spécifique.

Au col d'un flacon, un doigt de gant est fixé; ce doigt de gant se rattache à un tuyau qu'intercepte une soupape, et ce tuyau se relie lui-même à une seringue. En manœuvrant la seringue, on peut refouler dans le flacon une certaine quantité d'air. On pèse d'abord le flacon plein d'air condensé; on le repèse après avoir ouvert la soupape et laissé échapper l'air que l'on avait refoulé; la perte de poids qui se produit entre la première et la seconde pesée est précisément égale au poids de l'air ainsi refoulé.

Cette expérience suffit à démontrer que l'air est pesant; elle ne suffit pas à en déterminer le poids spécifique. Une légère modification permet d'atteindre ce dernier objet.

Après que le premier flacon a été rempli d'air condensé, on sépare la seringue du tuyau qui contient la soupape; à l'aide d'un doigt de gant, on relie ce tuyau à un second flacon rempli d'eau; un petit orifice est percé dans la paroi de ce second flacon et une tige de fer passe par cet orifice. Au moyen de cette tige de fer, on ouvre la soupape; l'air refoulé s'échappe non plus dans l'atmosphère, mais dans le flacon plein d'eau; l'eau qu'il chasse s'écoule par le petit orifice; elle est recueillie et pesée. On connaît donc le poids d'un volume d'eau égal au volume d'air refoulé par la seringue. Le poids de ce volume d'air peut, d'ailleurs, être déterminé comme précédemment, ce qui permet d'évaluer le poids spécifique de l'air.

Galilée ne dit pas en quelles circonstances il a réalisé cette expérience qui semble, tout d'abord, bien délicate, et susceptible d'une bien faible précision; sur les dimensions des appareils employés, sur les nombres directement fournis par les pesées, il garde le silence. Il se borne à dire que « l'eau est

locuti; di GALILEO GALILEI, *Linceo, filosofo e matematico primario del serenissimo Gran duca di Toscana*; Leida, Elsevirii, 1638.

¹ Les raisons des forces mouvantes avec diverses machines tant utiles que plaisantes aus quelles sont adjoints plusieurs desseins de grotes et fontaines, par SALOMON DE CAUS, Ingénieur et architecte de son Altesse Palatine Electorale, A Francfort, en la boutique de Jean Norton, 1615. Théorème IX, p. 5, v^o.

² SALOMON DE CAUS : *loc. cit.*, p. 11, v^o.

plus grave que l'air non pas seulement dix fois, comme l'estimait Aristote, mais quatre cents fois, ainsi que le montre cette expérience ».

Nous savons aujourd'hui que la densité de l'eau est égale, non pas à quatre cents fois, mais à sept cent soixante-treize fois la densité de l'air. Le rapport donné par Galilée est donc fort éloigné d'être vrai; mais on ne pouvait guère espérer mieux des moyens dont il disposait; une faveur du hasard a pu seule l'empêcher d'errer davantage.

Les correspondants de Galilée qui tentèrent, sur ses indications, de déterminer le poids spécifique de l'air, ne furent pas tous aussi heureux que lui : Baliani, ne fût-ce, nous l'avons vu, qu'il ne parvint jamais à réussir cette expérience.

V. — LE PROCÉDÉ DE MERSENNE ET DE DESCARTES POUR DÉTERMINER LE POIDS SPÉCIFIQUE DE L'AIR.

Mersenne a imaginé un procédé ingénieux, et que l'on aurait pu rendre précis, pour déterminer le poids spécifique de l'air.

Pour retrouver l'origine de ses recherches à ce sujet, il faut remonter assez loin dans le passé, jusqu'aux *Essays* de Jean Rey.

Jean Rey croit encore, avec une bonne partie de l'École péripatéticienne, à la possibilité de convertir les éléments les uns en les autres; lorsque l'eau se vaporise, il pense qu'elle se transforme en eau et, en son *Essay* VII, il propose un « moyen pour sçavoir à quel volume d'air se réduit une certaine quantité d'eau ». Voici ce moyen :

« Soit fait un canal de leton, de grandeur convenable; bien poli au dedans, tout ouvert par l'un des bouts, et fermé par l'autre, fors d'un bien petit trou au milieu : soit mis dedans un quareau ou bouchon, tel que celui d'une syringe, qui puisse couler par-tout avec aysance et de telle justesse qu'il n'eschappe point l'air. Iceulx estant coulé à fonds, soit mis au petit trou et seréement joint un tuyau sortant d'un Éolopyle, ou soufflet philosophic. Cettuy, rempli d'eau, soit mis sur le feu. Adonc l'eau se rarefiant et transmuant en air : sortira par le petit trou, et entrant dans le canal, poussera peu-à-peu le bouchon cherchant sa liberté, jusques à tant que toute l'eau soit convertie en air. L'espace du canal et de l'Éolopyle qui en sera rempli, monstrera l'estendue que cette matiere aura acquise. »

Mersenne sait, ce qu'ignore Jean Rey, que l'eau échauffée se transforme non point en air, mais en vapeur d'eau, et que cette vapeur, par le froid, revient à son état primitif; aussi, en la première lettre qu'il ait écrite au médecin du Bugue, le 1^{er} septembre 1631, lisons-nous ce qui suit¹ :

« Quant aux Expériences de l'Éolipile dont vous parlés au chapitre VII, je les ay faites; mais c'est une fausse imagination de croire que l'eau qui en sort se tourne en air : elle demeure tousjours eau, qui revient après en sa nature. »

Cet éolipyle, dont parlent Jean Rey et le P. Mersenne, consiste, on le sait, en une sorte de petite cornue métallique, ouverte par un orifice fort étroit. Au moyen de cet instrument, on peut aisément prouver que l'air chaud est moins dense que l'air froid, à l'inverse de ce que soutenait Jean Rey; c'est ce que le Minime lui objecte en la même lettre² :

« J'adjouste encore que l'Éolipile estant eschauffé, et tout rouge dans le feu, devroit selon vos principes contenir un air plus espais et plus grossier que quand il est refroidi : et neant moins l'expérience convainc que l'air y est fort rare, puisqu'il tire une grande quantité d'eau, dont il se remplit, jusqu'à ce que le peu d'air qui y estoit, revienne à sa densité ordinaire. »

Un rien suffit à transformer cette expérience en un procédé pour déterminer le poids spécifique de l'air, procédé dont Mersenne usera plus tard. Lors donc qu'en une nouvelle lettre à Jean Rey, datée du premier avril 1632, il revient sur cette expérience de l'éolipyle et ajoute³ : « Je pense avoir trouvé le moyen de peser l'air, et de sçavoir combien est plus leger l'argent et les autres corps tant solides que liquides : mais je n'ay pas encore la commodité de pezer à raison des instruments qu'il faut avoir », il nous est permis de supposer que le Minime faisait allusion à ce procédé, déjà entrevu par son imagination. Nous ne saurions toutefois l'affirmer, car, en ses écrits, nous n'en trouvons aucune mention jusqu'aux approches de l'an 1643.

Après avoir laissé passer des années entières sans « visiter » Mersenne par ses lettres, Jean Rey reprend avec lui, le 21 mars 1643, son commerce épistolaire⁴ : « Ce néantmoins vostre dernière m'oblige de faire ce petit effort, pour vous declarer mon jugement sur le moyen que vous dites avoir de peser l'air, puisque vous le demandes avec assurance que si je l'appreuve, vous n'aurez pas peur que l'on y treuve à redire. »

Nous ne connaissons point la lettre où Mersenne exposait à Jean Rey son « moyen de peser l'air »; mais Jean Rey en reproduit la description⁵ :

« Vous pesez une phiole de verre etant froide, vous la chauffez par après sur un rechauf, et la pesant, treuvés qu'elle pese moins, parce qu'il en est sorti de l'air; et afin de treuver quelle quan-

¹ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 114.

² JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 149.

³ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 166.

⁴ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 167.

⁵ JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 111.

tité, vous mettes son tuyau (estant toute chaude) dans l'eau qu'elle succe, jusqu'à ce qu'il en soit autant rentré comme il en estoit sorti d'air, ce qui vous a monstré que l'eau est plus pesante 255 fois que l'air. »

Il suffirait d'apporter au procédé de Mersenne une bien légère modification pour en faire une méthode expérimentale précise. Au lieu de peser l'éolipyle de verre tandis qu'elle est chaude, qu'on en scelle la pointe; puis, une fois qu'elle est refroidie, qu'on la pèse, et qu'on en brise la pointe sous l'eau; la manipulation que l'on aura à effectuer sera presque identique à celle qui a été imaginée par J.-B. Dumas pour déterminer les densités de vapeur; elle pourra certainement faire connaître avec une assez grande exactitude le poids spécifique de l'air.

Sous la forme même que Mersenne lui a donnée, le procédé n'est susceptible d'aucune précision; il prête le flanc à bien des critiques; ces critiques ne vont pas tarder à se produire.

Descartes, en effet, avait imaginé de son côté que l'on pouvait de la sorte mesurer le poids spécifique de l'air; dès le 19 janvier 1642, il mandait¹ à Mersenne le résultat de son expérience :

« Au reste, j'ay esprouvé ces jours un moyen de peser l'air qui m'a réussi; car ayant une petite fiole de verre, fort legere et soufflée à lampe, de la figure que vous la voyez icy peinte (fig. 3), de la grosseur

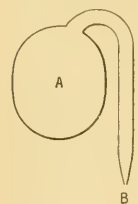


Fig. 3.

d'une petite balle de jeu de paume, et n'ayant qu'une petite ouverture à passer un cheveu, en l'extrémité de son bec B, je l'ay pesée dans une balance très exacte, et estant froide elle pesoit 78 1/2 grains. Après cela, je l'ay chauffée sur des charbons; puis la remettant dans la balance dans la situation qu'elle est icy peinte, c'est-à-dire le bec en bas, j'ay trouvé qu'elle pesoit à peine 78 grains. Puis, plongeant le bec B dans de l'eau, je l'ay laissé ainsi refroidir, et l'air se condensant à mesure qu'elle se refroidissait, il est entré dedans autant d'eau que la chaleur en avoit chassé d'air auparavant. Enfin, la pesant avec toute cete eau, j'ay trouvé qu'elle pesoit 72 1/2 grains plus que devant; d'où je conclus que l'air, qui en avoit esté chassé par le feu, est à l'eau qui estoit rentrée en sa place comme 1 2 à 72 1/2, ou bien comme un à 145. Mais je me puis estre trompé en cecy, car il est malaysé d'y estre juste; seulement suis-je assuré que le poids de l'air est sensible en cete façon, et j'ay mis icy

mon procédé tout au long, afin que, si vous avez la curiosité d'en faire l'esspeuve, vous la puissiez faire toute semblable. »

Le Minime n'avait assurément pas attendu cette invitation de Descartes pour procéder à des essais analogues; bien qu'il n'en ait point maudé les résultats à ses correspondants, ce n'est certainement pas cette lettre qui lui a suggéré le procédé par lequel il a tenté de peser l'air. Nous en avons pour garants les indications que renfermait déjà la lettre adressée à Jean Rey le 1^{er} septembre 1631. D'ailleurs, Mersenne, dont la probité en matière de découvertes scientifiques est si grande, qui rend justice, avec une exactitude bien rare à son époque, à la priorité de tous les inventeurs, mais particulièrement de Descartes, Mersenne, disons-nous, a toujours donné comme de lui la méthode dont il usait pour déterminer le poids spécifique de l'air.

Il répondit donc à la lettre du grand philosophe en lui décrivant ses propres essais. Pas plus que la lettre, relative au même objet, que Jean Rey avait reçue, cette lettre ne nous a été conservée; nous en connaissons seulement l'existence par les mis-lives ultérieures de Descartes; nous y pouvons, d'ailleurs, suppléer en partie par ce qu'en dit le philosophe et aussi par ce que Mersenne inséra, peu de temps après, dans ses *Cogitata physico-mathematica*². Nous voyons, en particulier, que Mersenne employait presque exclusivement, pour ses expériences, des éolipyles métalliques, en bronze, en argent, voire même en or. Quant aux ballons de verre à col effilé, il en a également usé; mais ils lui ont semblé moins propres à donner des résultats exacts; ils étaient, tout d'abord, trop petits; leur volume ne dépassant pas celui d'une balle de jeu de paume, le poids d'air que l'échauffement en chassait était trop faible pour être évalué avec précision; en outre, ils se refroidissaient trop vite.

Descartes écrit à plusieurs reprises au P. Mersenne pour discuter avec lui les causes d'erreur que comporte cette méthode propre à peser l'air; plusieurs des critiques qu'il formule sont justes; toutefois, le soin avec lequel il reprend, dans les expériences du Minime, des défauts qu'il n'avait point remarqués en sa propre expérience, nous fait deviner un léger dépit de s'être laissé devancer.

Dès le 7 décembre 1642, le Philosophe dit à son correspondant³ :

« Je vous remercie de vostre Expérience tou-

¹ DESCARTES : *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, t. III. *Correspondance*, n° CCLXIII, p. 483.

² F. MARIN MERSENNI Minimi *Cogitata physico-mathematica in quibus tam naturæ quam artis effectus admirandis certissimis demonstrationibus explicantur*. Parisiis, sumptibus Antonii Bertier, via Jacobæa. MDCXLIV. De hydraulicis et pneumaticis phenomenis, Prop. XXIX, p. 140.

³ DESCARTES : *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, *Correspondance*, n° CCXC, t. III, p. 601.

chant la pesanteur de l'air, mais il seroit besoing que je sceusse les particularitez que vous y avez observées, pour m'y pouvoir asseurer; car je la trouve extremement grande, si elle est à l'eau comme 225 à 19, qui est quasy comme 12 à 1. »

La mauvaise écriture et le désordre des lettres de Mersenne ont sûrement induit Descartes en erreur; la lettre de Jean Rey nous permet de rectifier cette erreur; nous savons que, selon Mersenne, la pesanteur de l'eau est à celle de l'air comme 225 à 1 et non comme 225 à 19. Mersenne, du reste, en sa réponse, a dû rétablir l'exact résultat de ses expériences, car Descartes ne reparle plus de ce doute.

Il est vrai qu'il en soulève d'autres. « Je vous remercie de votre experience, écrit-il le 4 janvier 1643¹, et je veux bien croire que vous l'avez faite fort justement; mais il y a beaucoup de choses à considérer, avant que d'en pouvoir deduire la proportion qui est entre la pesanteur de l'air et de l'eau. Il faudroit peser une lame de cuivre aussy grande que vostre poire, mais qui ne fust point creuse, et voir si, estant esgalement chaudes, leur pesanteur demeurera égale; car si cela est, l'air enfermè dans la poire ne pese rien, au moins qui soit sensible. Et, en effect, je voudrais que vous m'eussiez mandé la pesanteur de cete poire; car elle ne peut, ce me semble, estre si legere que la difference d'un grain ou deux s'y puisse remarquer. Il faut aussy prendre garde, en la chauffant, qu'il ne s'y attache point de cendres qui la rendent plus pesante; et le principal est que la chaleur de cete poire, eschauffant aussy tout autour l'air de dehors qui l'environne, le rend plus rare, au moyen de quoy elle est plus pesante. Ce que je n'ose toutefois bien assurer sans examen; car cet air montant en haut en l'autre air, semble ne faire qu'un cors avec elle et ainsy la rendre legere. Il faudroit que M^r le Cardinal² vous eust laissé deux ou 3 de ses milions, pour pouvoir faire toutes les experiences qui seroient necessaires pour decouvrir la nature particuliere de chascue cors; et je ne doute point qu'on ne pust venir à de grandes connoissances, qui seroient bien plus utiles au public que toutes les victoires qu'on peut gagner en faisant la guerre. »

Parmi les objections que Descartes adresse à Mersenne, il en est une qui a pu surprendre le lecteur: Le métal chaud ne serait-il pas plus léger que le métal froid? Il était cependant naturel que le grand philosophe s'y arrêtât, et qu'il la signalât à l'attention de son ami. Elle était courante dans l'enseignement des Écoles depuis le milieu du

xiv^e siècle. Par l'échauffement, le feu léger s'uni au métal lourd; ainsi se forme un *mixte* dont la gravité résultante n'est que l'excès du poids du métal sur la légèreté du feu. Cette proposition était très généralement enseignée; plusieurs s'imaginaient qu'ils l'avaient vérifiée par l'expérience; tel Léonard de Vinci:

« Si deux choses de poids égal sont placées sur la balance, dit-il³, celle qui sera embrasée sera plus légère que l'autre, qui est froide. »

« Tu feras cette épreuve au moyen de deux balles de cuivre attachées aux balances par deux fils de fer; tu mettras l'une des deux au feu que tu attiseras en soufflant; quand le feu l'aura portée au rouge, tu l'en retireras, afin que le poids ne soit pas soulevé par la vapeur chaude qui monte; tu verras alors que cette balle, qui avait même poids que l'autre lorsqu'elle était froide, est devenue plus légère par l'effet de la chaleur. »

Les cahiers de Léonard de Vinci sont remplis de projets d'expériences qu'il n'exécutait guère; Mersenne, au contraire, aimait à soumettre au contrôle des faits ses idées ou celles qu'on lui suggérerait; il éprouva donc l'objection que Descartes lui avait faite, et l'épreuve lui montra que l'objection n'était pas fondée; il manda ce résultat au philosophe, qui l'accueillit avec faveur⁴:

« Mon Reverend Pere, je vous remercie de ce que vous avez encore fait l'experience de peser une lame de cuivre à mon occasion; puisqu'elle ne se trouve point plus legere, chaude que froide, et qu'une poire de cuivre se trouve plus legere, c'est une marque tres assurée que cela vient de l'air enfermè dans la poire, lequel est pesant, en depit des peripateticiens. »

Bien que sauf de cette objection, le procédé par lequel Mersenne détermine la gravité de l'air prête le flanc à bien des critiques; Descartes en a formulé quelques-unes et Jean Rey, qui les aperçoit également, en conclut⁵ que ce procédé ne saurait donner de résultats constants:

« Je suis assuré que toutes les fois que vous ferés cette espreuve, vous y trouverez de la diversité, et partant demeurérés toujours dans le doute. Car tantost vous chaufférés plus vostre phiole, tantost moins: tantost vous mettrés promptement son tuyau dans l'eau, et tantost vous y apporterés plus de longueur. Ce plus ou moins de chauffage, et ce plus ou moins de promptitude, vous produiront sans doute de la diversité. »

¹ Les manuscrits de LÉONARD DE VINCI, publiés par Ch. Ravaisson-Mollien. ms. A de la Bibliothèque de l'Institut. fol. 56. verso.

² DESCARTES: *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, t. III. *Correspondance*, Art. CCC, p. 655; Descartes à Mersenne, Endegeest, 26 avril 1643.

³ JEAN REY: *Essays*, 2^e édition, p. 267.

⁴ DESCARTES: *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, *Correspondance*, n^o CCXCH, t. III, p. 609.

⁵ Richelieu venait de mourir, le 4 décembre 1642.

Cette diversité n'a point manqué, en effet, de se manifester dans les résultats des expériences du Minime. Les essais communiqués à Descartes et à Jean Rey lui avaient montré que l'eau, sous le même volume, est 225 fois plus lourde que l'air. De nouvelles épreuves, répétées « en présence de géomètres et avec leur aide », sont publiées dans les *Cogitata physico-mathematica*¹; elles donnent le nombre 1356 pour rapport entre la densité de l'eau et la densité de l'air. Cette nouvelle évaluation de ce rapport plait d'ailleurs à Mersenne, car elle se rapproche de celle qu'il avait obtenue, en l'*Harmonie universelle*, par la comparaison de la vitesse du son à la vitesse de propagation des ondes liquides.

Mersenne ne se contente pas d'avoir déterminé la densité de l'air dans les conditions normales; il veut encore se faire une idée des limites entre lesquelles cette densité peut varier, savoir à quel degré l'air peut être condensé ou raréfié².

Son expérience de l'éolipyle lui apprend déjà que l'air peut subir un très haut degré de raréfaction; elle lui montre que la masse d'air qui remplissait le volume entier de cet éolipyle incandescent n'en occupe plus que la soixante-dixième partie lorsque le vase métallique est refroidi; on peut donc, par la chaleur, dilater une masse d'air jusqu'à lui faire prendre un volume soixante-dix fois plus grand que celui qui la contenait à froid.

Pour apprécier à quel degré l'air se laisse condenser, Mersenne fait usage du fusil à vent³.

Il le pèse d'abord plein d'air à la pression ordinaire, puis plein d'air comprimé; l'augmentation de poids lui fait connaître le poids de l'air que la compression a forcé d'entrer dans le réservoir du fusil; quant au volume de ce réservoir, il lui est aisé de le jauger.

Le Minime nous donne en détail les résultats de l'une de ses expériences. Le réservoir du fusil avait un volume d'un demi-setier, en sorte que l'air qui le remplissait à la pression ordinaire devait, selon l'expérience de l'éolipyle, peser au moins quatre

grains. Par suite de la compression, le poids du fusil augmentait de 60 grains. On voit donc que l'air peut être condensé jusqu'à occuper un volume quinze fois plus petit que celui qu'il occupe librement dans l'atmosphère.

Des résultats ainsi obtenus par Mersenne, il nous est malaisé aujourd'hui de saisir l'importance; pour la comprendre pleinement, il nous faut rappeler à notre mémoire certains points de l'enseignement de l'École. La Physique scolastique professait encore, au commencement du XVII^e siècle, que l'air, dilaté jusqu'à un volume décuple de son volume primitif, se transforme en feu, que concentré jusqu'à devenir dix fois plus dense, il se convertit en eau. Nous avons vu un esprit aussi original que celui de Jean Rey, encore tout imprégné de ces opinions. Les expériences de Mersenne, en montrant que la densité de l'air peut varier entre des limites très étendues sans que ce fluide change de nature, ont grandement contribué au progrès de la saine Physique.

D'ailleurs, beaucoup plus que Galilée, dont l'expérience, trop sommairement décrite, n'a pu être répétée par personne, beaucoup plus que Descartes, dont l'unique essai n'a connu que la publicité restreinte d'une lettre, l'actif et ingénieux Minime a contribué à prouver par expérience cette vérité: l'air est pesant. Pas plus que celle de Galilée, sa détermination du poids spécifique de l'air n'est susceptible de quelque précision; du moins a-t-elle l'avantage de donner une idée de l'ordre de grandeur de ce poids spécifique.

Or, que l'air soit pesant, c'est l'un des postulats fondamentaux sur lesquels repose l'explication que Torricelli va donner de son expérience. Connaître l'ordre de grandeur de la densité de l'air, cela est nécessaire pour discuter cette explication et juger de son degré de vraisemblance. On doit donc compter Mersenne au nombre de ceux qui ont frayé la voie à la doctrine de la pression atmosphérique; parmi les œuvres qui ont préparé cette doctrine, la sienne mérite peut-être d'être comptée au premier rang.

Dans un deuxième article, nous montrerons le rôle joué par Mersenne en l'invention de l'expérience du Puy-de-Dôme.

P. Duhem,

Correspondant de l'Institut,
Professeur de Physique théorique
à l'Université de Bordeaux.

¹ F. MARIN MERSENNE Minimi *Cogitata physico-mathematica*. De hydraulicis et pneumaticis phaenomenis, Prop. XXXI, p. 157.

² F. MARIN MERSENNE Minimi *Cogitata physico-mathematica*. De hydraulicis et pneumaticis phaenomenis, Prop. XXVII, p. 140.

³ F. MARIN MERSENNE Minimi *Cogitata physico-mathematica*. De hydraulicis et pneumaticis phaenomenis, Prop. XXIX, p. 140.

LA RESPIRATION DES PLANTES VERTES

THÉORIE BIOCHIMIQUE ET THÉORIE DE LA ZYMASE

D'après M. Maquenne¹, deux théories se disputent l'explication des échanges gazeux de la fonction respiratoire chez les plantes vertes : la théorie biochimique et la théorie de la zymase. M. Maquenne ne cache pas ses préférences pour la première et conclut, en conséquence, au rejet de la seconde.

Je n'ai pas la prétention d'essayer de modifier son opinion ; je me contenterai de montrer que le plaidoyer de M. Maquenne en faveur de la théorie des acides, et les critiques qu'il adresse à l'action de la zymase considérée comme un phénomène de digestion des sucres réducteurs, laissent intactes, à mon avis, les idées que j'ai exposées dans cette *Revue* ; mais, avant de développer cette dernière assertion, je pense qu'il est utile de définir la question et de s'entendre sur les mots.

La respiration des plantes vertes, comme la respiration de tous les êtres vivants, est la résultante de phénomènes physiques et chimiques, dont on ignore, le plus souvent, le mécanisme intime.

On admet, cependant, que les échanges gazeux que l'on observe chez la cellule vivante sont la conséquence directe de la création et de la destruction organique, c'est-à-dire de la nutrition.

Lorsqu'on se propose d'étudier les phénomènes chimiques de la respiration, on doit donc envisager un côté particulier de la nutrition : celui qui comprend toutes les transformations susceptibles d'entraîner une absorption d'oxygène ou un dégagement d'acide carbonique.

On est autorisé aussi, dans l'état actuel de nos connaissances, à préciser davantage la nature de ces phénomènes en les attribuant à des actions diastasiques ; mais l'élimination d'acide carbonique n'est pas la conséquence nécessaire de la fixation d'oxygène ; les deux phénomènes peuvent être indépendants l'un de l'autre, comme ils peuvent être liés l'un à l'autre par une relation de cause à effet. Le dégagement de gaz carbonique est dû assez fréquemment à une dislocation moléculaire, résultant de l'oxydation d'une partie de la molécule et de la réduction de l'autre.

Ainsi, d'après cette conception, qui n'est pas neuve, on est fondé à dire, avec Claude Bernard, que « la fermentation serait le procédé chimique général pour tous les êtres vivants ».

La théorie biochimique ne se distingue pas de la théorie physiologique de Claude Bernard, puis-

qu'elle admet que « les deux actes de la fonction respiratoire gardent vis-à-vis l'un de l'autre une certaine indépendance, qui se traduit à l'extérieur par les variations incessantes et souvent considérables du rapport $\frac{CO_2}{O_2}$ » ; mais la théorie biochimique fait des réserves au sujet du rôle de la zymase : celle-ci n'intervient pas dans les échanges gazeux de la respiration normale ; elle apparaît seulement dans les fermentations intracellulaires ; c'est une diastase de la vie anaérobie.

Cette opinion n'est pas partagée par tous les chimistes. M. Maquenne ajoute même que certains attribuent à la zymase un rôle prépondérant dans la production de l'acide carbonique de la respiration, si bien que, pour eux, il existe une théorie zymasique de la respiration normale.

Il y a, dans cette manière d'envisager la question, une exagération évidente.

La zymase, on le conçoit aisément d'après ce que je viens de dire, contribue à la formation de l'acide carbonique éliminé par la respiration ; mais la part qui lui revient n'en constitue qu'une fraction plus ou moins importante ; l'autre portion doit être rattachée également à d'autres actions diastasiques, bien que celles-ci n'aient pas encore été reproduites en dehors de la cellule, à part une ou deux exceptions de peu d'importance.

La place que les adversaires de la théorie biochimique font à la zymase est donc relativement modeste.

J'ai résumé, dans cette *Revue*¹, les faits qui mettent son action en évidence dans les échanges gazeux de la respiration normale. Je ne reviendrai donc pas sur cette question.

Je me bornerai à examiner les objections que M. Maquenne oppose à mes conclusions. Elles peuvent se résumer de la façon suivante :

1° La fermentation alcoolique est, tout semble le démontrer, caractéristique de la vie sans air ; 2° L'alcool est un produit de déchet parce que la levure n'absorbe pas l'alcool ; elle devrait l'assimiler à l'état libre mieux et plus facilement que le sucre, s'il était un produit de digestion ; 3° Les exemples comme celui de l'*Eurotipsis* sont rares ; 4° Si l'alcool est un aliment de la cellule, il doit pouvoir s'y transformer de nouveau en sucre, ce qui constitue un cercle vicieux.

¹ Voir la *Revue* du 15 juillet 1905, t. XVI, p. 594.

¹ Voir la *Revue* du 15 mars 1905, t. XVI, p. 205.

I. — LA FERMENTATION EST CARACTÉRISTIQUE DE LA VIE SANS AIR.

Toutes les fois que les cellules aérobies sont privées d'oxygène, elles dédoublent les sucres réducteurs en alcool et acide carbonique; cette règle est générale; elle ne souffre peut-être d'exception que chez les cellules dépourvues de réserves hydrocarbonées. Si c'est uniquement l'action de la zymase qui a attiré l'attention dans ces phénomènes de fermentations dites intracellulaires, c'est parce qu'on les a interprétés comme une conséquence de la vie sans air, un résultat pathologique d'une vie anormale; mais cette transformation n'est pas la seule qui s'opère dans ces conditions: toutes les diastases hydrolysantes des substances hydrocarbonées, comme des matières azotées, agissent dans les mêmes conditions; *la zymase ne fait pas exception à la règle.*

Les mêmes phénomènes s'observent dans des cotylédons de pois privés de leurs embryons, placés sur des perles de verre, à l'abri des bactéries, dans des conditions d'humidité, de température et d'aération que leur envieraient les plus favorisées des semences que l'on confie au sol.

Dans ces cotylédons, les fonctions digestives s'accomplissent donc exactement, ou à peu près, comme dans les graines qui germent; mais les produits de la digestion ne sont pas absorbés; ils s'accumulent par conséquent dans les cellules, ou diffusent dans le liquide sous-jacent. On doit s'attendre à trouver parmi eux tous les produits qu'une cellule de réserve peut former par voie de digestion; en ne considérant que les substances hydrocarbonées, on obtiendra donc toute la série des dérivés depuis l'amidon jusqu'au terme le plus simple. Or, ce terme le plus simple, c'est l'alcool, et cet alcool se forme en abondance aussi facilement qu'à l'abri de l'air, et l'on trouve le gaz carbonique correspondant en quantité à peine supérieure au chiffre théorique.

Cerésultat n'a rien de surprenant, car, si l'on veut bien se donner la peine de réfléchir, on est bien obligé d'admettre que les graines submergées ne sont pas privées d'air; l'embryon ne se développe pas, parce que l'oxygène dissous ne lui parvient pas en quantité suffisante pour faire face aux besoins de la consommation; mais les cellules cotylédonaire ne s'accroissent pas, ne se multiplient pas et ne consomment, par conséquent, que des quantités négligeables d'oxygène; elles ne sont donc pas dans des conditions d'anaérobiose; elles sont placées identiquement dans les mêmes conditions que celles qui ne sont plus en rapport avec la plantule, comme dans l'exemple précédent. Ce rapprochement acquiert d'autant plus de valeur

que le volume de liquide offert à chaque graine est plus considérable; une graine de pois placée dans un litre d'eau ne germe pas si elle n'a pas de contact direct avec l'oxygène libre; mais, si l'embryon est très petit, la graine germe, ce qui prouve bien que les conditions d'anaérobiose sont loin d'être réalisées; les graines de choux et de colza, par exemple, peuvent germer sous l'eau.

La graine de pois n'a pas été, dans ces expériences, choisie à dessein: on observera les mêmes résultats chez toutes les graines à embryons volumineux.

La fermentation alcoolique n'est donc pas caractéristique de la vie sans air.

La zymase doit être considérée comme une diastase indifférente vis-à-vis de l'oxygène de l'air; tout ce que l'on peut dire, c'est qu'elle ne s'accumule pas dans les cellules aérobies tant qu'elles ne sont pas privées d'air, et, en cela, elle suit la loi des autres diastases. L'amylase est abondante dans les tiges, feuilles et gousses de pois; mais, à quelque moment qu'on évalue la richesse de ces organes en amylase, on en trouve toujours à peu près la même quantité, peut-être un peu plus le matin que le soir, en raison de la variation d'intensité des phénomènes d'oxydation; elle ne s'accumule donc pas dans les cellules, et il s'en détruit autant qu'il s'en forme. Dans les mêmes conditions, la zymase se montre le plus souvent moins résistante; voilà toute la différence.

Mais il y a des exceptions frappantes: le mycélium d'*Eurotiosis* est plus riche en zymase pendant la vie normale que lorsqu'il est privé d'air. On ne peut pas dire, par conséquent, là encore, que la zymase soit une diastase de la vie anaérobie, et, si elle existe dans les cellules parfaitement bien aérées, cela veut dire qu'elle y est pour quelque chose.

II. — L'ALCOOL EST UN PRODUIT DE DÉCHET, PARCE QUE LA LEVURE NE CONSOMME PAS D'ALCOOL.

Les levures industrielles produisent des quantités énormes d'alcool, parce que la zymase qu'elles sécrètent en abondance s'accumule dans les cellules privées d'air. Si l'on admet que l'alcool constitue un produit de digestion du sucre, la levure doit l'assimiler à l'état libre, mieux et plus rapidement que les sucres.

Cet argument repose sur des apparences. Il y a, en effet, levures et levures; c'est un fait qui n'a pas échappé à ceux qui ont eu l'occasion d'étudier, un tant soit peu, la fermentation alcoolique.

La levure industrielle est un produit de la civilisation; elle n'a pas été faite pour vivre dans la cuve du vigneron ou du brasseur; et si l'homme l'a

pliée à cette existence, c'est, comme bien l'on pense, dans un but intéressé; elle avait certainement, avant d'en venir au point où elle en est, quelques habitudes contraires à son intérêt; il les lui a fait perdre pour lui en faire acquérir d'autres, plus conformes à ses désirs, car, chaque fois qu'il trouve un plaisir ou un profit à torturer les êtres dont il fait ses auxiliaires, il n'a garde d'y manquer. La levure est devenue, comme beaucoup d'autres végétaux, comme beaucoup d'animaux, sous son influence plusieurs fois séculaire, un être infirme, un monstre au point de vue physiologique.

Il ne faut pas être surpris de constater que la levure n'absorbe pas d'alcool, au moins en apparence; si elle était soupçonnée de commettre de pareils méfaits, on s'en débarrasserait bien vite et on la classerait dans la catégorie de ces levures sauvages dont l'appellation indique assez l'estime où on les tient.

Les levures « domestiques » remplissent, en effet, certaines conditions qui, le plus souvent, doivent concourir à la production d'une quantité d'alcool aussi élevée que possible. Ce n'est donc pas à elles qu'il faut s'adresser pour étudier des fonctions qu'on s'est attaché à atténuer autant qu'on l'a pu. Elles se prêtent très bien à l'isolement de la zymase, parce qu'en les cultivant on fait surtout une culture de zymase; mais on perdrait son temps à vouloir les faire servir à la démonstration de l'assimilation de l'alcool en nature.

Il n'en résulte pas que les *Saccharomyces* soient impropres à cette démonstration; mais il faut s'adresser de préférence aux levures sauvages, d'abord parce qu'elles s'y prêtent bien, et ensuite parce qu'elles sont, au point de vue physiologique, des cellules normales.

Ces espèces forment généralement des voiles à la surface des liquides qu'elles ont fait fermenter. C'est une condition indispensable pour obtenir des résultats probants. L'assimilation de l'alcool n'est possible, en vie aérobie, que chez les cellules qui sont en contact immédiat avec l'air libre. L'expérience n'a pas été faite sur des levures; mais elle n'est pas nécessaire; entre les levures sauvages, qui sont des ferments comparables aux levures domestiques, et qui leur ressemblent aussi en ce qu'elles consomment difficilement l'alcool libre, et les mycodermes, ferments alcooliques très faibles et agents très actifs de combustion de l'alcool, il y a tout un choix d'intermédiaires.

Ces intermédiaires assimilent l'alcool libre; et cela suffit; mais il y a lieu, cependant, de se demander si la levure domestique n'absorbe pas l'alcool à un état quelconque.

Parmi les divers états que présentent les corps, il y en a, en effet, deux qui sont intéressants au

point de vue chimique: l'état libre et l'état naissant; la différence entre ces deux états se traduit facilement dans les réactions chimiques; elle se manifeste aussi, comme on va le voir, dans les transformations qui se produisent dans la cellule.

L'alcool existe sous ces deux états. La levure « domestique » pourrait très bien assimiler l'alcool naissant et non l'alcool libre et, tout en paraissant consommer du sucre, n'absorber que de l'alcool. N'est pas sûr, comme le dit Duclaux, de ne pas consommer d'alcool celui qui n'en boit pas.

Les spores de *Sterigmatocystis nigra*, ensemencées sur du liquide Raulin où le sucre a été remplacé par de l'alcool éthylique, ne germent pas. Si l'on introduit l'alcool sous un voile mycélien adulte, non seulement il est assimilé intégralement, mais le mycélium semble prendre, sous son influence, une recrudescence d'activité, car il se forme bientôt une nouvelle génération de cellules.

Les spores de *Citromyces* germent sur liquide Raulin alcoolisé et privé de sucre et d'acide tartrique; mais le mycélium s'arrête assez vite dans son évolution en présence d'alcool libre; il forme un voile très mince et très fragile, non sporulé; il est incrusté de nombreux cristaux d'oxalate de calcium, indice certain d'une végétation gênée. Pour obtenir un développement normal aux dépens de l'alcool, il faut amorcer la culture avec un peu de sucre, quelques millièmes. On voit alors l'alcool disparaître entièrement, en fournissant, bien entendu, un poids de mycélium en rapport avec la quantité d'alcool consommé, comme le fait l'*Eurotiopsis*. Il semble ainsi que le sucre possède une valeur nutritive supérieure à celle de l'alcool, si l'on ne considère que la facilité avec laquelle ils sont assimilés. Le sucre est l'aliment de la spore; il a l'avantage de fournir de l'alcool à l'état naissant, sans avoir l'inconvénient de produire de petites quantités d'aldéhyde, corps très gênant, qui se forme toujours en présence d'alcool libre.

Celui-ci convient de préférence à la cellule adulte, parce qu'elle est capable de l'assimiler. Il ne faut pas s'étonner de voir les spores ou les graines traire, au sujet de la nature de leurs aliments, des différences de cet ordre: les mêmes faits s'observent chez les jeunes animaux, qui exigent, on le sait, un aliment spécial, le lait, ou une réserve toute préparée, le vitellus.

Dans le cas particulier qui nous occupe, ce sont les fonctions oxydantes qui semblent atténuées dans la spore qui germe. Si cette déduction ne semble pas bien démontrée en ce qui concerne l'alcool, elle sera plus facile à justifier pour la glycérine.

Des spores de *Citromyces*, ensemencées sur du liquide Raulin additionné de carbonate de calcium,

et de 5 à 30 % de glycérine au lieu de sucre, ne germent pas. Si l'on amorce la culture avec une trace de sucre, le développement est immédiat et se fait par la suite, aussi bien qu'en présence de sucre, avec production abondante d'acide citrique, s'il y a de la glycérine en excès. Or, la glycérine est un corps saturé comme l'alcool; elle ne peut être assimilée par les cellules aérobies que par voie d'oxydation; elle dégage de l'hydrogène lorsqu'elle fermente à l'abri de l'air. Si la spore ne peut pas l'utiliser, c'est parce qu'elle est incapable de l'oxyder; et voilà pourquoi on a le droit d'appliquer la même conclusion à l'alcool.

Il faut ajouter, en outre, que, si l'on se propose d'établir l'assimilabilité de l'alcool, il faut tenir compte de ces faits. Si la levure domestique ne se montre pas capable d'absorber l'alcool qu'elle a produit, c'est parce que son éducation a atténué ses propriétés comburantes en la plaçant au rang des spores de moisissures, et probablement encore à un niveau inférieur; et, si l'on veut enfin démontrer que l'alcool libre est un aliment pour les végétaux inférieurs comme pour les plantes vertes, il faudra se rappeler que ni les uns ni les autres n'ont été préparés, dans les conditions que leur impose la Nature, à ce genre de démonstrations, et qu'il sera prudent, par conséquent, de cultiver les uns au grand contact de l'air, de modérer pour les autres la dose d'alcool, et de s'arranger toujours de façon à offrir ce composé à la plante adulte.

III. — LES VÉGÉTAUX COMME L'EUCROTIOPSIS SONT RARES.

Les considérations précédentes permettent de prévoir que les végétaux qui possèdent la faculté d'assimiler l'alcool libre, comme l'*Eurotiopsis*, ne sont pas rares. On les a négligés jusqu'ici parce qu'ils ne présentent aucun intérêt, ni théorique ni pratique; il en est de même des représentants des autres groupes de champignons cultivables. Cette faculté est la règle chez les *Oidiums*, autre genre fort bien représenté, chez les Mucédinées banales telles que les *Mucor*, *Sterigmatocystis*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Dematium*, *Verticillium*, *Eurotiopsis*, etc.

En poussant les choses à l'extrême, on pourrait même se demander s'il existe des espèces végétales tout à fait incapables d'assimiler l'alcool. Il ne s'agit donc pas de généraliser une propriété physiologique exceptionnelle comme la faculté de nitrifier l'ammoniaque ou de fixer l'azote gazeux; elle est naturellement générale; il suffit de se donner la peine de regarder pour l'observer, et, ce qui est encore plus frappant, c'est qu'elle est générale aussi chez les animaux.

En ne considérant que les végétaux, on constate, en outre, qu'ils peuvent assimiler l'alcool méthylique; les Mucédinées qui appartiennent au genre *Penicillium* et quelques autres encore jouissent de cette propriété; mais, pour elles, l'alcool méthylique est visiblement un aliment inférieur à l'alcool éthylique. Les essais faits sur le maïs semblaient justifier la conclusion contraire; des expériences encore inédites m'ont montré qu'en forçant un peu la dose d'alcool méthylique, c'est-à-dire en dépassant légèrement la concentration de 1 %, on obtient les mêmes résultats qu'avec l'alcool éthylique, c'est-à-dire la mort plus ou moins rapide du végétal.

Il se forme, dans les plantes exposées à la lumière, de petites quantités d'aldéhyde, lorsqu'elles poussent dans des solutions minérales alcoolisées; l'aldéhyde méthylique n'est donc pas transformé en sucres réducteurs ou en saccharose, malgré les rapports d'isomérisie qu'il présente avec ces derniers.

Il a fallu renoncer ainsi à la perspective séduisante qui consiste à établir expérimentalement que l'aldéhyde formique est à l'origine de toute substance organique. Cette hypothèse, si simple et si logique en apparence, n'est pas plus justifiée que la demi-douzaine d'autres qui prétendent expliquer à leur manière le mécanisme de la synthèse chlorophyllienne.

IV. — SI L'ALCOOL ÉTAIT UN ALIMENT DE LA CELLULE, IL DEVRAIT POUVOIR S'Y TRANSFORMER DE NOUVEAU EN SUCRE, LE QU CONSTITUerait UN CERCLE VICIEUX.

L'*Eurotiopsis* et beaucoup d'autres Mucédinées forment, aux dépens du carbone emprunté à l'alcool et de l'azote de l'ammoniaque, toutes les substances qui se rencontrent d'ordinaire dans les champignons, c'est-à-dire des matières azotées, des matières hydrocarbonées et des matières grasses, et, bien entendu, toutes les autres substances de désassimilation normales ou accidentelles, suivant les conditions dans lesquelles on se place.

Les matières grasses se présentent comme des substances de réserve, car elles se forment surtout dans les cellules jeunes pendant que l'alcool est en excès, se conservent dans les cultures placées à l'abri de l'oxygène, et disparaissent peu à peu au contact de l'air, quand tout l'alcool de la solution nutritive a été absorbé.

Les matières hydrocarbonées celluloseuses apparaissent, au contraire, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le dire, comme des substances de désassimilation.

L'expression n'est pas heureuse, parce qu'on ne conçoit pas une cellule végétale sans membrane

cellulosique, bien que le fait ne soit pas rare, et surtout parce que les celluloses ont un rôle utile à jouer; ce ne sont donc pas, si l'on veut, des substances de désassimilation; elles n'auraient de commun avec celles-ci que l'origine protoplasmique, et c'est ce que j'ai voulu indiquer; la cellule végétale forme sa membrane comme l'insecte son tegument, voilà l'idée; quant au mot, il n'a que la signification qu'on veut bien lui donner.

Mais il ne résulte pas de cette constatation la négation des rapports étroits que les celluloses présentent avec les amidons ou les sucres solubles. Ceci est une autre question. Il s'agit, pour le moment, de l'origine des substances cellulosiques. Rien ne permet évidemment de les faire dériver de l'alcool directement; mais, à défaut de l'alcool, il faut les rapporter aux sucres solubles, ce qui entraîne la production de sucres aux dépens de l'alcool, condition nécessaire pour que ce dernier soit considéré comme un aliment de la cellule, puisque « les sucres sont des matériaux indispensables à l'élaboration des albuminoïdes et des tissus cellulosiques ». Voilà bien le cercle vicieux.

Mais où et quand a-t-on démontré que le sucre est nécessaire à l'élaboration des albuminoïdes? que les celluloses dérivent des sucres par voie de condensation?

Les apparences ou les analogies de constitution ont seules permis de faire ces rapprochements, et, comme ils ne datent pas d'hier, on les présente aujourd'hui comme des axiomes ou, plus exactement, comme des articles de foi. En Biologie, il n'y a pas de vérité absolue, il n'y a que des vérités relatives; les idées changent à mesure que les faits parlent, et ces derniers ne se prononcent pas précisément en faveur de la transformation directe de l'alcool en sucre.

La cellule qui transforme les sucres réducteurs en alcool n'est pas contrainte de parcourir sans trêve ce cercle vicieux qui consisterait à élaborer des hydrates de carbone pour les décomposer et les reconstituer ensuite avec leurs propres débris. Si les partisans de la respiration ymasique ont négligé de fournir sur ce point délicat des renseignements plus détaillés, c'est qu'ils ne les ont pas jugés utiles. Il leur importe peu également que la fermentation alcoolique soit ou ne soit pas un phénomène réversible. Voici pourquoi :

Le poids de culture recueillie sur une solution minérale nutritive, où l'unique source de carbone est le sucre, n'est jamais supérieur à 50% du poids du sucre consommé. Dans les mêmes conditions, l'alcool fournit un rendement maximum de 100%. Si l'on admet, par conséquent, que l'alcool ne saurait être un aliment de la cellule qu'autant

qu'il fait retour au sucre, il doit subir les transformations suivantes :



ce qui signifie que 138 d'alcool donnent 180 de sucre ou 90 de plante au maximum, en admettant que cette transformation s'effectue sans perte de carbone. On devrait donc obtenir, en partant de l'alcool, un rendement de $\frac{90}{138} \Rightarrow 0,65$ en poids de plante, résultat contraire à celui qui est fourni par l'expérience.

Une simple pesée suffit donc pour rompre notre cercle en apparence si vicieux, et point n'est besoin d'invoquer, en faveur de la production de sucre, la réversibilité possible de la fermentation alcoolique ou sa non-réversibilité probable pour expliquer l'impossibilité chimique d'aboutir au sucre en partant de l'alcool.

L'alcool est assimilé en nature; la cellule forme à ses dépens, je le répète, ses albuminoïdes, ses graisses, ses celluloses, etc., sans élaborer des sucres réducteurs, et, puisqu'il se produit des hydrates de carbone insolubles, il faut bien admettre qu'ils dérivent d'une manière ou d'une autre des matières azotées; ce n'est d'ailleurs pas là un fait isolé dans la science, mais, je le répète aussi, cette déduction, justifiée ou non, ne met pas en jeu les relations de constitution qui existent entre les celluloses et les autres groupes de substances hydrocarbonées.

L'expérience nous dit quelque chose de plus : elle prouve que l'alcool ne peut être assimilé en vie aérobie que par voie d'oxydation; comme le premier terme d'oxydation de l'alcool est l'aldéhyde et qu'il est facile de caractériser ce corps dans les milieux de culture alcoolisés sur lesquels se développent des Mucédinées, on peut affirmer, sans sortir des limites des conclusions assignées par les faits, que les matières azotées, les matières grasses et les celluloses peuvent se former aux dépens de l'ammoniaque, de l'alcool ou de l'aldéhyde. Là-dessus on pourra dire tout ce que l'on voudra, à condition de ne pas nier que, dans le milieu de culture, il y avait de l'ammoniaque, de l'alcool, de l'aldéhyde et un végétal vivant pourvu de toutes les substances et des tissus nécessaires à son évolution. Voilà les faits qui militent en faveur du rôle physiologique de la zymase; mais il n'entre pas dans mes idées de vouloir faire partager cette opinion, parce que toutes les opinions sont libres et il est bon qu'elles s'opposent les unes aux autres.

V. — THÉORIE DES ACIDES.

Que le sucre soit assimilé en nature ou qu'il soit préalablement dédoublé en alcool et acide carb-

nique comme les faits le démontrent, les phénomènes de combustion respiratoire restent les mêmes; dans un cas comme dans l'autre, il n'y aurait pas un acide organique de moins dans la Nature, et probablement pas un de plus.

Il est aisé de les faire dériver des sucres soit par le raisonnement, soit par voie d'analogie; il est non moins aisé d'expliquer leur formation en partant de l'alcool. Je pourrais donc me dispenser d'aborder l'examen des arguments sur lesquels s'appuie la théorie des acides, et d'autant plus qu'une théorie n'a pas besoin d'être juste pour être féconde. Mais il y a des faits d'expérience qui permettent d'éprouver l'une et l'autre conceptions.

Que les acides végétaux (oxalique, tartrique, malique, succinique, citrique) dérivent des sucres, rien n'est plus juste. Dans les plantes vertes, tout dérive en apparence des sucres; mais l'expérience nous apprend, d'autre part, que les mêmes acides organiques peuvent être transformés en sucres; ce résultat ne saurait d'ailleurs nous surprendre: une cellule qui fait du sucre en partant de l'acide carbonique doit aboutir avec facilité au même but en partant des acides organiques.

Nous nous trouvons ainsi, une fois de plus, en présence d'un cercle vicieux, qui n'est pas, celui-là, l'apanage des partisans de la théorie de la respiration zymasique. Mais il ne faut pas trop s'effrayer de ces mots à effet: en Biologie, tout n'est que cercles vicieux; la vie est un cercle vicieux, que l'aphorisme de Cl. Bernard (la vie, c'est la mort) caractérise d'une manière si frappante, négligeable par rapport à cet autre qui englobe tous les systèmes du monde, et qui se traduit par ce qu'on appelle la conservation de l'énergie.

Pour en revenir aux acides organiques, il ne faut pas oublier qu'il n'existe aucun fait qui prouve qu'ils dérivent directement des sucres; l'expérience montre, au contraire, chaque fois qu'il est possible d'en discerner l'origine, qu'il faut la faire remonter aux matières azotées.

Rien n'est plus facile quelquefois de s'en provoquer la formation en présence ou en l'absence de sucre; mais il faut toujours compter avec la cellule, dont l'intervention est nécessaire. On sait bien ce qui entre dans une cellule et ce qui en sort; mais il est souvent impossible d'établir un rapport quelconque entre les deux catégories de corps.

On sait aussi que les sucres, traités par l'acide azotique concentré ou la mousse de platine, donnent naissance à toute la série des acides végétaux; mais l'analogie avec le travail de la cellule est si lointaine!

Plus vraisemblable est l'action des oxydases, qui peuvent fixer l'oxygène libre sur quelques corps organiques et dégager du gaz carbonique, ce qui

donne l'illusion d'une combustion respiratoire; mais on a reproché à juste titre à ces oxydases de n'oxyder que des dérivés aromatiques, qui ne sont pas des aliments, et de laisser intacts les corps de la série grasse auxquels la cellule emprunte de préférence le carbone qui lui est nécessaire. Si bien que l'analogie étroite qui existe entre l'action des oxydases connues et les phénomènes respiratoires a été jugée encore insuffisante.

Il a fallu introduire un autre facteur, la lumière, plus un intermédiaire, l'hydroquinone, pour obtenir, *in vitro*, une oxydation sensible des sucres. En supprimant la lumière, l'oxydation ne se fait plus, et cependant le sucre se consomme aussi bien la nuit que le jour. Il faudra chercher autre chose; on pourrait d'ailleurs remplacer avantageusement ce système par un autre où entreraient un alcali, de l'eau, du sucre et de l'oxygène libre, si l'on ne tient qu'à obtenir du sucre-oxyde; mais on n'aura pas démontré pour cela, *in vitro*, le mécanisme de la combustion respiratoire.

Actuellement, on réalise, en dehors de la cellule, un certain nombre de transformations qui prennent part aux échanges gazeux qui s'opèrent chez l'être vivant: les plus importantes sont la fermentation alcoolique, et la transformation de l'alcool en acide acétique, laquelle suppose aussi très vraisemblablement l'intervention d'une aldéhydase, car on observe quelquefois dans les vinaigrieres une production abondante d'aldéhyde, lorsque la mère de vinaigre fonctionne mal.

Mais on n'a pas encore réussi à produire, par des procédés analogues, des acides organiques aux dépens des sucres.

L'acide lactique se forme pourtant à la lumière, en présence d'une base alcaline; l'analogie avec la fermentation lactique est frappante; mais elle n'est pas évidente. Elle devient encore moins évidente si l'on considère la fermentation lactique dans ses rapports avec la fermentation alcoolique; le suc de levure est acide, ce qui ne l'empêche pas de faire fermenter le sucre *in vitro*; on ne peut donc pas invoquer, dans ces conditions, l'action favorisée des bases sur la formation des fonctions acides: cela veut dire que la lactacidase agit par ses moyens propres, dans des conditions qui ne permettent pas de supposer un rapport quelconque avec l'action des alcalis. Il faut en conclure que, si l'on veut rattacher la fermentation alcoolique à la théorie des acides en s'appuyant sur des faits de ce genre, on ne tient aucun compte des résultats expérimentaux. La formation de l'acide lactique aux dépens du sucre en présence des alcalis était connue depuis longtemps; mais il a fallu obtenir la fermentation alcoolique de l'acide lactique par l'action directe de la cellule avant de conclure à la forma-

tion intérimaire de l'acide lactique dans la fermentation alcoolique des sucres réducteurs.

La théorie des acides trouve encore une confirmation dans l'interprétation de la destruction des acides gras, et dans les échanges gazeux qui en sont la conséquence, chez les graines oléagineuses en voie de germination.

Il est hors de doute que la mise en liberté d'une molécule de gaz carbonique suppose la formation préalable d'une fonction acide. On saisit très bien le mécanisme de cette combustion graduelle d'une molécule d'acide gras qui intéresse successivement tous les atomes de carbone; mais on ne voit pas ce qui en reste pour l'édification de la plantule.

Rien n'est plus légitime que de rapprocher la valeur théorique du quotient respiratoire, déduite de cette interprétation, de celle qui est fournie par l'expérience, à condition de ne voir dans le résultat qu'une simple coïncidence.

Les faits prouvent que les matières grasses de réserve, dans une graine qui germe, se retrouvent dans la plantule dans une proportion difficile à établir rigoureusement et sous une forme chimiquement différente. L'analyse montre qu'au cours de ces migrations il se forme surtout des substances hydrocarbonées; les fonctions hydrocarbures des acides gras deviennent des fonctions alcools; il y a donc fixation d'oxygène sur les matières grasses de réserve sans dégagement correspondant de gaz carbonique, la valeur du quotient respiratoire qui correspond à cette transformation est nulle; celle qui est fournie par la plantule est voisine de l'unité, puisque ce quotient respiratoire s'élève graduellement, à mesure que les matières grasses de réserve disparaissent, pour atteindre à peu près l'unité, lorsque la plantule est soumise au régime de l'alimentation hydrocarbonée. La résultante de ces absorptions d'oxygène et dégagements de gaz carbonique commence par être égale à 0,63 pour croître graduellement à mesure que l'influence de l'oxydation des matières grasses s'atténue.

La transformation progressive des acides gras en substances analogues à des résines explique l'enrichissement correspondant des réserves oléagineuses en oxygène.

On ne s'explique donc pas bien ce que signifie cette impossibilité chimique d'une transformation dont on retrouve tous les éléments dans une graine en voie de germination, à moins qu'elle ne réside dans l'existence d'une difficulté de méthode non encore vaincue; mais la Chimie n'a pas dit son dernier mot: il serait prudent de ne pas lui assigner des barrières insurmontables après tout ce qu'elle a fait, et surtout en présence des moyens dont elle dispose.

On peut, jusqu'à un certain point, supposer que

l'impossibilité réside dans ce fait que tous les acides gras ne possèdent pas un nombre d'atomes de carbone égal à un multiple de 6. Dans ces conditions, il est permis d'admettre l'existence nécessaire de résidus non saccharifiables; mais ces résidus eux-mêmes gênent certainement moins la cellule dans son travail qu'un théoricien dans ses formules; si un résidu ne peut être transformé, deux résidus ou même trois se prêtent mieux aux migrations que la cellule est capable de réaliser.

Il est bon de ne pas oublier, dans des considérations de cette nature, que les végétaux transforment les acides organiques en sucre, que les ferments butyriques, pour ne citer que ceux-là, produisent des acides et des alcools à quatre atomes de carbone en partant de l'acide lactique et de la glycérine, avec la même facilité que si on leur offrait des sucres; les phénomènes de digestion peuvent donc être aussi des phénomènes de synthèse.

Et, pour tout dire, rien ne permet d'affirmer que les acides gras sont transformés intégralement en substances celluloseuses ou autres pourvues de fonctions alcool; mais il suffit qu'il y en ait une partie qui donne naissance à des produits de cette nature, par une voie plus ou moins détournée, pour expliquer tous les faits connus, et, sur ce point, l'expérience est concluante.

VI. — RÉSUMÉ.

En résumé, il est facile d'interpréter par le raisonnement tous les faits connus; cette méthode, qui procède par voie d'analogie, ne s'est jamais trouvée dans l'embarras; elle puise dans une assurance qui est toute de surface une force qui peut séduire, mais qui devient illusoire dès qu'on se trouve en présence d'un résultat expérimental.

Lorsqu'on se maintient dans les limites des conclusions assignées par les faits d'observation directe et que l'on renonce à se complaire dans les arguments d'analogie, on est bien obligé de reconnaître que la zymase doit prendre rang parmi les diastases qui président à la digestion des sucres réducteurs; et, si l'on se propose d'établir un lien quelconque entre les sucres et les acides organiques végétaux formés par la cellule, tels que les acides succinique, malique, tartrique, citrique, oxalique, on est contraint encore, dans l'état actuel de nos connaissances, de placer un intermédiaire entre les deux états initial et final, les substances protoplasmiques; je pense qu'il est possible de se conformer, en ce point, aux résultats des expériences sans encourir le reproche de vouloir ressusciter « l'antique notion de substances vivantes » (sans doute la force vitale), à laquelle personne ne songe plus.

Les substances protoplasmiques ne restent pas indifférentes aux manifestations extérieures qui caractérisent la respiration ; elles sont aussi le siège d'une nutrition active et, par conséquent, de réactions chimiques vulgaires, quoique d'origine diastatique, de réductions et de combustions, tous phénomènes qui ne doivent pas relever de l'intervention de la force vitale.

Les physiologistes et les chimistes comme Pas-

teur, Claude Bernard, Duclaux, Mitscherlich et Hoppe-Seyler, qui attribuaient leur signification actuelle aux phénomènes de fermentation, ne s'arrêtaient guère à cette notion, et, tout en considérant que la respiration est une combustion, n'oubliaient pas que les combustions respiratoires sont des fermentations.

P. Mazé,

Chef de Service à l'Institut Pasteur.

LES MALADIES MICROBIENNES DES VINS BLANCS D'ORIGINE CHAMPENOISE¹

Les altérations pathologiques atteignant le liquide qui résulte de la fermentation alcoolique normale du moût de raisin, tel que nous le recueillons au pressoir, sont de deux sortes : ou bien elles résultent du développement, dans le vin terminé, d'organismes microbiens, occasionnant par leurs sécrétions diastatiques un processus fermentatif anormal, par production de composés chimiques nouveaux, ou bien elles sont liées à la présence de certaines substances éminemment actives et aussi d'origine diastatique, sécrétées anormalement par les cellules ordinaires du végétal, ou même par des organismes rencontrés à la surface de ce dernier. Les sécrétions d'origine microbienne ne différant de celles des cellules des végétaux supérieurs que par le degré d'activité, une étroite analogie d'origine, et aussi d'action, rapproche beaucoup ces deux processus, de prime abord différents. Dans l'étude présente, nous ne nous occupons que des maladies microbiennes proprement dites².

I. — LE MILIEU ET LA CULTURE.

Le moût de raisin et le vin qui en résulte par fermentation alcoolique sont des milieux naturellement acides. Or, l'acidité réalise une sélection, que l'on peut sans crainte qualifier d'immense, dans la légion des espèces microbiennes susceptibles de se développer dans les milieux organiques. Seule, une infime minorité d'espèces est capable de se multiplier dans le milieu acide qu'est le vin. Les champignons, au contraire, ont une prédilection

marquée pour l'acidité des milieux organiques, mais aucun d'eux n'est vraiment pathogène pour les vins. L'acidité des vins varie dans des proportions assez considérables avec la provenance ; faible dans les vins méridionaux riches en alcool, elle se maintient autour de 5 (évaluée en acide sulfurique), c'est-à-dire à un taux voisin du double, dans les vins blancs de la Champagne. La résistance à l'invasissement microbien sera donc maximum dans les vins de cette provenance, et nous pouvons dire que nous n'avons que deux espèces microbiennes parfaitement distinctes, qui soient nettement pathogènes pour ces vins : les coccis de la graisse et les bactéries de la tourne, s'attaquant plus spécialement aux vins rouges légers, et dont l'importance ne devient vraiment sérieuse qu'en Bourgogne.

Les maladies de l'amer, de la mannite, etc., sont plus spéciales aux vins peu acides des régions chaudes.

Tel qu'il est posé, le problème de la lutte contre les microbes et leurs effets comporte, de prime abord, pour les vins, un certain nombre de solutions générales :

1° *L'addition d'antiseptiques*, substances qui ne sont ici destinées qu'à entraver plus ou moins complètement le développement des bactéries du vin. Cette méthode serait toute simple et parfaitement indiquée pour la conservation d'un liquide organique non comestible ; mais les constituants de notre épithélium stomacal sont des cellules vivantes au même titre que les bactéries, et sont les premiers à protester contre le contact de ces agents de mort. La question se complique même de l'atteinte à la vitalité de la levure, — d'une importance capitale, lorsque, comme en Champagne, le vin brut ne cesse d'être considéré comme milieu vivant qu'après la prise de mousse ou fer-

¹ Travail du Laboratoire œnologique de la Maison G. Goulet.

² Dans l'emploi général des antiseptiques, on ne tient pas suffisamment compte de cette considération, qui est de la plus grande importance.

mentation seconde. On acclimate, il est vrai, plus ou moins facilement, les levures à certains antiseptiques; mais on commence à s'apercevoir que cette pratique, susceptible de rendre les plus grands services dans certains cas, mais toujours très délicate, n'est pas absolument exempte d'inconvénients dans le cours de la manutention. Remarquons également que certains éléments normaux du vin, renforcés dans leurs proportions relatives, peuvent jouer le rôle d'antiseptiques. On voit donc que, sans être sans doute complètement à rejeter, cette façon de procéder est par trop radicale; nous lui emprunterons seulement ce qu'elle peut avoir de bon;

2° La *pasteurisation des moûts ou des vins*, méthode très élégante au point de vue théorique, et qui a pu donner d'excellents résultats sur des matériaux tels que les produits du Midi, d'une valeur relativement faible, mais qui, peut-être à tort, a jusqu'ici été rejetée pour les grands vins de la Champagne. Elle semble incontestablement avoir donné de bons résultats pour les vins rouges, même de grands crus, dont l'acidité n'est pas grande; mais une sorte de goût de cuit, ou de confiture, semble se développer avec l'augmentation du titre acide, en même temps que se restreignent les limites de température à observer pendant l'opération. Pour insuffisance d'étude et d'expérimentation dans cette pratique, nous ne pouvons porter un jugement certain sur l'emploi de la méthode. L'initiative d'expériences concluantes, réalisées selon les procédés les plus perfectionnés à ce jour, ne pourrait revenir qu'aux grands négociants. Ajoutons, enfin, que les vins auraient encore quelques chances d'encourir de nouvelles contaminations dans les manipulations, encore nombreuses, qui devraient suivre la pasteurisation;

3° *L'épuisement du milieu*. — Si l'on pouvait empêcher le développement de la bactérie, en la privant autant que possible des éléments essentiels de sa végétabilité, au risque même d'appauvrir légèrement le vin (envisagé seulement ici comme comestible) en éléments nutritifs pour notre économie elle-même, le problème serait résolu d'une façon infiniment plus élégante que par les méthodes qui viennent d'être examinées, et, ainsi que l'on verra dans la suite, c'est dans cette voie que nous avons porté tous nos efforts. Cette recherche nécessite non seulement une connaissance approfondie de la nutrition des bactéries, de l'art de les cultiver, mais encore de la chimie des moûts et des vins, malheureusement encore dans l'enfance. Sans crainte d'inexactitude, on peut avancer que toutes nos études sur ce point pèchent par la base. Nous avons constamment à envisager les transformations d'un liquide dont nous ne connaissons

que les principaux constituants, et dont l'arrangement chimique n'a encore été l'objet que de suppositions plus ou moins légitimes. Il n'est d'ailleurs pas très étonnant qu'il en soit ainsi: la chimie des milieux biologiques est très délicate, et il suffit, pour s'en convaincre, de considérer les travaux dont un liquide comme l'urine est encore constamment l'objet, malgré l'importance et l'ancienneté d'une telle étude. La découverte de nouveaux constituants, même normaux, n'y est pas encore actuellement un fait absolument rare.

II. — LES CONSTITUANTS AZOTÉS DES VINS.

Les bactéries diffèrent des champignons (levures et hyphomycètes en général) par une constitution plus rudimentaire encore, à laquelle correspond un mode de nutrition plus spécial. Tandis que le champignon se contente de quelques éléments acides, de quelques hydrates de carbone dont il retire principalement de la chaleur et de quoi bâtir ses parois cellulaires, avec un minimum d'utilisation des matériaux azotés du substratum, la bactérie, presque réduite à son noyau, porte ses préférences nutritives sur les matériaux azotés, tels que les peptones, déjà élaborés pour elle par d'autres cellules vivantes à protoplasme plus développé. C'est justement pour se procurer cette nourriture de prédilection, se rapprochant le plus de la constitution chimique de leurs noyaux, que les bactéries déploient la majeure partie de leur énergie chimique. On voit donc immédiatement combien est indiquée l'étude des matériaux azotés du vin; c'est de cette connaissance, encore rudimentaire, que doit sortir, à notre avis, la solution du problème proposé.

Si l'on porte à la chaleur le moût filtré au sortir du pressoir, on obtient un coagulum de matière albuminoïde, albumine végétale que l'on rencontre dans tous les sucres végétaux, et que j'ai estimée autrefois, comme quantité approchée, à 1 gramme par litre. D'autre part, si l'on additionne ce même moût au sortir du pressoir de 20 à 25 % d'alcool pur, et que l'on filtre aussitôt le tout, on s'aperçoit, en conservant ce moût ainsi traité, qu'un dépôt ne tarde pas à se produire; recueilli, puis examiné avec soin, on le voit constitué principalement par du sulfate de chaux cristallisé en fer de lance, et par des tartrates, malates et oxalates terreux en moindre proportion. Concentré dans le vide, puis additionné, à nouveau, d'alcool pur, de façon à élever le titre alcoolique vers 65°, un nouveau précipité se forme. Recueilli, puis redissous dans l'eau, il est, cette fois, formé de matières albuminoïdes coagulables par la chaleur. Nos recherches sur cette albumine n'ont pas été poussées plus loin, la sub-

stance n'offrant, d'ailleurs, qu'un intérêt relatif et ne difféant sans doute point des autres albumines végétales naturelles. En tête des matériaux azotés du moût, nous placerons donc une certaine quantité d'albumine coagulable par la chaleur, l'alcool concentré, et les réactifs généraux des albuminoïdes, parmi lesquels le tannin en milieu acide.

Gêné dans nos réactions par la proportion considérable de matière sucrée des moûts, passons au moût fermenté, c'est-à-dire au vin. La fermentation facile du moût stérilisé à l'autoclave, c'est-à-dire privé de sa matière albuminoïde coagulable par la chaleur, montre que, dans son développement, la levure se pourvoit en azote aux dépens d'autres corps azotés, et nous avons remarqué que la proportion de matière albuminoïde coagulable n'est que peu réduite dans le moût devenu vin. Une expérience directe de fermentation sur un milieu totalement exempt de matière albuminoïde vraie montre, en outre, la mise en liberté dans le liquide d'une faible proportion de ces albumines précipitables par les réactifs généraux reconnus.

A partir de ces premières investigations, nous voilà obligé, pour nous guider au milieu des résidus de matériaux azotés, d'avoir recours à des dosages directs d'azote sur les vins, et, pour plus de précision et aussi de commodité, sur des liquides concentrés à basse température¹.

Les précipités par les différents réactifs de la matière azotée seront plus complets, d'une séparation plus facile, et obtenus dans le temps minimum; les dosages, contrôlés au laboratoire du Professeur Klob, de Nancy, ont été avec les nôtres d'une remar-

quable concordance, et nous sommes autorisé à compter sur leur exactitude absolue.

Notre extrait de vin, obtenu ainsi qu'il est indiqué ci-dessous, renferme exactement 642 milligrammes d'azote rapporté au litre de liquide originel. Additionné de quelques volumes d'eau distillée, il est séparé en deux portions: la première est précipitée par un excès de tannin, et la seconde par un excès d'un des meilleurs réactifs généraux des matières albuminoïdes, le réactif iodomerenrique de Valsér. Après une quinzaine de jours, les liquides clairs surnageant sont soumis au dosage d'azote total, et nous sommes frappé d'une concordance parfaite dans tous nos résultats. Les deux réactifs ont fait descendre séparément le pourcentage d'azote exactement à 403 milligrammes. A partir de ce point, aucun réactif général des matières albuminoïdes n'a d'effet sur notre extrait vinair. Sous quelle forme chimique se trouve donc ces 403 milligrammes d'azote résiduel? Le liquide, ainsi précipité au maximum, est distillé au moyen de l'appareil de Schloesing après alcalinisation par la soude; il ne nous a fourni que 47 milligrammes d'azote provenant des composés ammoniacaux volatils.

L'intervalle entre les deux points 403 et 47 représente donc pour nous des substances azotées.... inconnues. Peptones vinaires²??? Nous établissons comme conclusion le schéma suivant:

Vin traité par le tannin		Az	Az		Composés ammoniacaux		Az
		642		403		47	0
		Influence de l'alcool et de la dilution sur la précipitation tannique		Inconnu Peptones vi- naires?			

¹ Notre collègue, M. Grandval, a bien voulu se charger de transformer pour nous en extrait évaporé dans le vide, à basse température, 25 litres de vin brut de Champagne, que nous avons choisi ne précipitant plus, ou d'une façon extrêmement faible, par une nouvelle addition de tannin. Le rendement a été de 20 % exactement (dans ce chiffre, nous avons dosé exactement 3 gr. 76 de levulose résiduel; 5,41 d'acidité exprimée en acide sulfurique et rapportée au litre originel; la crème de tartre est en grande partie précipitée). Additionné d'eau distillée, l'extrait nous a fourni un liquide légèrement trouble. C'est une première précipitation de tanno-celle ou de tanno-gélatine, sous la double influence de la concentration et de la disparition de l'alcool; cette précipitation n'est ici que commencée, car nous observons journellement que surtout vers le point de saturation réciproque du tannin par la colle les précipités mettent une grande lenteur à se manifester et à se séparer.

Cette solubilité de la matière tanno-albumine dans l'alcool, même dilué, est mise en évidence par ce fait que, si l'on separe une solution de notre extrait de vin, à 10 % d'alcool, le tannin précipite immédiatement la seconde, tandis que quelques heures sont nécessaires pour manifester une précipitation dans la première.

Nous voyons également que, lorsqu'un vin ne donne plus de précipité apparent par le tannin, il renferme en réalité un excès de colle, ce qui constitue le plus grave des inconvénients dans l'emploraisonnel de cette substance, cependant si précieuse.

Sur ces résultats, des remarques d'un autre ordre peuvent encore être faites: les opérations concordantes ayant amené l'établissement du point 403 par l'emploi de deux réactifs différents prouvent: 1° qu'aucun réactif ne se montre supérieur au tannin pour la précipitation des matériaux azotés des vins, et nous avons remarqué que l'alcool exerce une action dissolvante analogue sur les précipités albumineux obtenus par les autres réactifs: 2° que les matériaux azotés des vins sont moins complexes qu'on ne serait tenté de le penser de prime abord, puisque, jusqu'au point 403, c'est vraisemblablement la même substance — albumine végétale — (coagulable par la chaleur, précipitable par les réactifs généraux) qui constitue la majeure partie de la matière azotée des moûts et des vins.

Dans cet intervalle, inconnu, de notre schéma,

² Dont tout ou partie proviendrait sans doute de l'activité des ferments alcooliques sur le reste des matières azotées.

prennent peut-être place certaines substances plus ou moins mucilagineuses ou visqueuses, que l'on désignait jusqu'ici sous le nom collectif de gélidine, précipitables également par l'alcool, ainsi que peut en témoigner la formation des barres et des masques dans les bouteilles de tirage, et semblant aussi être légèrement azotées.

Il semble que la fumure et la culture intensives modernes, en mettant des engrais très riches en azote à la portée de la plante, aient enrichi les moûts en ces matériaux dont nous venons de montrer qu'il convient de se débarrasser le plus possible.

III. — LA BACTÉRIE DE LA GRAISSE.

La maladie de la graisse des vins de Champagne¹ reconnaît pour cause le développement, dans ce liquide, d'une bactérie en forme de coccus, en tous points assimilable aux sarcines par son mode de segmentation. Empressons-nous, cependant, d'ajouter que souvent, surtout lorsque le microbe s'est développé rapidement dans du vin non mousseux, on le rencontre sous forme de staphylocoques ou même de courtes chaînettes; le même fait semble se produire dans la culture sur les milieux artificiels.

Les faits les plus saillants de l'histoire de cette bactérie sont relatifs à sa résistance aux milieux acides, où elle végète naturellement, et la propriété de sécréter dans les vins bruts une coque mucilagineuse d'un volume énorme par rapport à la bactérie qui l'engendre. Un vin blanc qui « graisse » devient filant comme de l'huile, claquant dans le flacon qui le conserve à la façon des solutions d'albumine; il dégage de l'acide carbonique à la manière des ferments alcooliques².

A présent qu'un certain jour s'est levé sur les remèdes vraiment efficaces à apporter à cette maladie, il est assez rare de pouvoir en observer les effets suivis sur les vins jeunes; c'est à peine si l'on signale chaque année un certain nombre de cas se rapportant à des vins devenus légèrement filants; mais, autrefois, il n'était pas rare de trouver des échantillons permettant de tirer du tonneau une véritable corde moulée sur l'orifice de sortie, et possédant la consistance du frai de grenouille. Le battage à l'air, sans doute par une sorte de condensation mécanique ou de floculation, était le seul remède mis en pratique.

L'emploi du tannin, attribuable à François, de Châlons, qui a ainsi rendu d'inappréciables services aux négociants champenois, et pour la mémoire de qui la postérité s'est montrée manifestement ingrate, a été jusqu'ici, au milieu de quantité de formules empiriques, la seule méthode sérieuse et vraiment recommandable.

Dans la manutention actuelle, il est rare de voir la coque se développer beaucoup; aussi la graisse tire-t-elle bien plutôt sa nocivité des dépôts de mauvais aloi qu'elle occasionne dans les bouteilles de tirage, et surtout de son développement lent et interminable jusqu'à former des *barres*³ malencontreuses dans des bouteilles limpides déjà dégorgées depuis de longs mois. Bien que toujours très onéreux, ce dernier accident occasionne la mise au rebut de vins prêts à être expédiés: il est en partie réparable par des « remises en cercles », lorsqu'il se manifeste avant l'expédition; mais, se produisant dans les caves des acheteurs étrangers, la manipulation s'augmente encore, au retour, des frais de transport et de douane. Les récents accidents, d'importance considérable, qui se sont produits en Champagne, et que l'on doit rapporter à cet ordre de faits, sont encore présents à toutes les mémoires. Il a suffi des circonstances du voyage, d'une élévation, même légère, permanente ou transitoire, de température, pour déterminer, souvent au bout d'un temps fort long, une nouvelle poussée de la maladie. Dans la manutention elle-même, un transvasement, une légère diminution de pression carbonique, un simple changement de place dans les caves, ont été parfois le point de départ de développements nocifs.

Sous cette forme, c'est-à-dire dans les vins vieux, c'est en culture pure, ou encore mélangée de quelques rares bâtonnets (souvent de la tourne) et sans sa coque, que le coccus de la graisse se présente; aussi est-ce aux dépôts des bouteilles les plus anciennes qu'il sera possible de se procurer⁴ que nous devons exclusivement nous adresser pour isoler facilement la bactérie, par la méthode bien connue des ensemcements en surface⁵, et obtenir d'emblée une culture pure. Il est matériellement impossible, ou en tout cas infiniment moins simple et facile, d'obtenir le même résultat avec la graisse des vins jeunes; car la coque d'un seul microbe est parasitée par des centaines de bâtonnets

¹ Dépôts linéaires plus ou moins larges, occupant la partie la plus déclive de la bouteille (terme de métier).

² La bactérie est extrêmement tenace et résistante, et douée d'une longévité énorme; mes échantillons d'étude proviennent de bouteilles ayant une trentaine d'années d'existence.

³ La bactérie est à la fois aérobie et anaérobie, donnant à la longue naissance à un pigment jaune sur les milieux solides au bouillon de peptone classique des laboratoires.

⁴ La morphologie microbienne des vins filants serait différente suivant les pays d'origine.

⁵ Fondamentalement, un mucilage est un composé exclusivement hydrocarboné; il est probable que, dans le cas présent, il est mélangé de quelques matériaux azotés, car cette coque donne asile à de nombreuses bactéries, dont quelques-unes sont souvent des bactéries de putréfaction.

rendant trop souvent illusoire tout essai de séparation.

Une question d'ordre bactériologique se pose au début de notre étude : elle se rapporte à l'origine de la graisse. La graisse des vins vieux est-elle identique à la graisse filante des vins jeunes ? Il est certain que la bactérie de la graisse vient du raisin lui-même, dont elle souille probablement et surtout les parties altérées par une cause quelconque ; mais il ressort de la biologie du microbe qu'il faut se montrer infiniment plus sévère vis-à-vis de la vaisselle vinaire qui sert à la fabrication d'année en année, sans subir d'autre désinfection qu'un simple lavage à l'eau. A notre avis, ce sont non seulement les tonneaux, les paniers et récipients de toute nature qui recèlent dans leurs interstices les formes de résistance du microbe, spores ou autres, provenant d'un précédent emploi, mais principalement les pressoirs, avec leurs accessoires en bois, qu'il convient d'incriminer.

Le problème de la désinfection pratique est assez complexe : tandis que les tonneaux peuvent être très facilement et très complètement stérilisés par le moyen d'un jet quelque peu soutenu de vapeur surchauffée, méthode que nous n'avons cessé de préconiser depuis fort longtemps, les pressoirs, pour lesquels cette façon de procéder devient inapplicable, devraient être lavés à l'eau bouillante additionnée d'antiseptiques énergiques, tels que l'acide sulfurique, le fluorure de sodium, en laissant à ces agents un certain temps d'action avant le lavage final à l'eau bouillante.

Pour expérimenter le procédé, nous avons cherché à l'éprouver sur la bactérie obtenue à l'état de pureté. Nous avons réussi facilement, par la culture pure dans certains milieux artificiels, à reproduire le liquide filant avec la graisse retirée des vins vieux, ce qui nous a permis de conclure à l'identité avec la graisse des vins jeunes. On ne pourrait, d'ailleurs, jamais être en présence que de deux espèces très voisines, si tant est, toutefois, que la bactérie possède une spécificité propre. Il nous faut considérer plutôt des groupes d'espèces, dont les nombreuses bactéries à fonction acétique, butyrique, lactique, les *Cherthiiformes*, sont de bons exemples, et deux microbes d'un même groupe ne différant que par des détails tout à fait secondaires. La fonction est donc plutôt ici caractéristique de ce que provisoirement nous nommons espèce¹.

IV. — LA GRAISSE ET LES MATÉRIAUX AZOTÉS.

En possession de la bactérie isolée, la graisse est des plus faciles à cultiver ; elle pousse en quelques jours, à la température de 20°, en bouillon peptoné alcalin, milieu classique des laboratoires, ne contenant pas d'albumine coagulable ; elle végète aussi très bien dans l'eau de levure, milieu également sans matériaux albuminoïdes coagulables (Dubourg), et assez pauvre en peptones analogues à celle du bouillon, mais sans doute assez riche en matériaux azotés, dont on ne peut ici encore concevoir la présence que par exclusions successives. La graisse ne trouble jamais le liquide, et donne lieu à un dépôt pariétal, se soulevant par agitation en sortes de filaments spirales.

La température de 15 à 20° semble être de beaucoup préférable pour son développement à une température plus élevée ; mais la culture se fait encore très bien vers 10°. Sur milieux solides, gélatine et gélose nutritives classiques, la graisse se développe rapidement en donnant un enduit blanchâtre sans caractères bien spéciaux, et qui souvent passe au jaune pur. Au microscope, la dimension des éléments bactériens n'est pas constante et semble indiquer l'existence de deux races ; nous avons entre les mains de la graisse à petits et gros éléments ; parfois même, les cocci s'allongent et prennent l'aspect de courts bâtonnets.

Ayant porté pendant une demi-heure vers 55° une culture de graisse sur gélose, et une culture en milieu liquide renfermée dans des tubes capillaires, nous n'avons pu la cultiver à nouveau, ce qui indiquerait que la bactérie n'a pas de spores dans nos cultures ; mais l'examen microscopique de dépôts anciens formés dans les bouteilles, et où l'on observe facilement des cocci géants, indiquerait des formes de résistance, d'ailleurs très probables dans la Nature et la vaisselle vinaire.

Si l'on vient à tenter la détermination des caractères cultureux sur le milieu pour nous le plus intéressant, c'est-à-dire sur le vin, on s'aperçoit bien vite que l'expérimentation devient tellement difficile qu'il est nécessaire de l'abandonner. En raison de l'acidité du milieu, qui, même très fortement réduite, se montre encore une entrave considérable à son développement, en raison également de sa pauvreté en matériaux azotés assimilables pour elle, la graisse ne pousse qu'avec une lenteur désespérante, rappelant la lenteur de son développement dans les bouteilles où les dépôts

¹ M. Laborde, puis MM. Mazé et Pacollet (*Annales Inst. Past.*, 1904) ont caractérisé, comme produits dérivés du ferment de la graisse, la manille fixation d'hydrogène naissant sur le glucose dans les fermentations réductrices, l'acide lactique, l'acide acétique, l'acétoal, MM. Kayser et Manceau (*C. R. Ac. Sc.*, 19 mars 1906) ont aussi reconnu la formation, par des bactéries retirées de vins filants d'origines diverses, de manille et d'acide lactique ; nous avons nous

même établi (J. A. Cordier : La mousse naturelle des vins blancs, *Rev. de Viticulture*, 1^{er} février 1906) que la graisse utilise principalement le levulose résiduel des vins, et ces auteurs ont confirmé ce résultat dans des expériences récentes (*C. R. Acad. Sc.*, 23 juillet 1906).

dont elle est justiciable, mettant souvent jusqu'à des années pour se manifester. Dans ce dernier cas, point de trouble, mais un léger dépôt pariétal, d'apparence grasse, remontant en spirales dans un liquide absolument limpide. La coque est peu ou point développée, et le microbe est en sarcines bien caractéristiques. On peut même ajouter au vin de la peptone, et diminuer l'acidité des deux tiers; il faut encore attendre un mois et plus avant d'obtenir le plus léger départ de végétation.

La facile végétation dans notre bouillon classique, dans l'eau de levure, fait admirablement ressortir la prédilection marquée de la bactérie pour les albumines hydrolysées, telles que les peptones dont nous avons parlé dans les généralités; on serait même appelé à penser que la bactérie ne fait sa coque mucilagineuse qu'en présence de l'albumine coagulable par la chaleur et l'alcool, et que le tannin précipite. L'acidité elle-même, à laquelle le microbe semble résister facilement, possède une action considérable retardatrice de son développement, et, malgré cela, la bactérie se montre d'une ténacité extraordinaire, bien que sa sensibilité et sa délicatesse fassent pressentir qu'il ne soit nécessaire que d'un bien léger changement, bien peu de chose, en somme, pour attenter à sa vitalité.

Nous avons observé que le saccharose et le glucose jouent envers elle, et très facilement, le rôle d'antiseptiques: telle cuvée anglaise, qui graisse avec facilité, ne graisse plus dès que le dosage atteint 8 % en liqueur¹. Quant au *tannin*, son rôle nous apparaît nettement: il diminue considérablement la richesse azotée des vins, en les privant d'albumine coagulable, et, par conséquent, il amoindrit la végétabilité de la bactérie; mais son rôle est malheureusement insuffisant: il n'est nullement bactéricide; il n'aurait que l'avantage d'entraver la fonction mucilagineuse du microbe.

En résumé, nous voyons la graisse susceptible d'intéresser tous les éléments azotés des vins, qu'elle utilise d'une façon encore peu connue, mais en semblant toutefois porter ses préférences sur

ce groupe de peptones vinaïres mises plus haut en évidence.

Dans les vins vieux, la bactérie s'alimente d'un peu de lévulose résiduel qui constitue son aliment hydrocarboné de prédilection et des quelques rares matériaux azotés dont le tannin n'a pu priver le liquide, suivant le mécanisme que nous mettons en lumière.

Est-ce à dire que la lutte contre la graisse restera forcément limitée à l'emploi du tannin, dont nous avons nettement établi le rôle vis-à-vis des matériaux azotés du vin? La méthode si intéressante que vient d'inaugurer M. Bourgeois, d'Épernay, en permettant pour la première fois l'introduction de liquides dans les bouteilles sous pression après la prise de mousse, ouvre à ce sujet des horizons tout nouveaux². Désormais, la graisse seule pourra être combattue, sans que l'on ait rien à craindre pour la seconde fermentation alcoolique que doivent subir les vins mousseux.

Nous avons suivi les variations de l'acide phosphorique dans les moûts et dans les vins terminés. Ces derniers en renferment des traces à peine sensibles, qu'il serait impossible d'éliminer. Cet élément ne paraît donc pas jouer un rôle aussi important dans le développement de la bactérie qu'en ce qui concerne son utilisation par les ferments alcooliques.

Les éléments actuels de la lutte contre la graisse des vins se résument en trois points:

- 1° Asepsie aussi rigoureuse que possible de la vaisselle vinaïre;
- 2° Emploi à la vendange de levures acclimatées au lévulose, surtout dans les grandes années, afin de réduire au minimum la proportion de ce sucre résiduel;
- 3° Diminution des matériaux azotés, en commençant par l'emploi du tannin, dont l'action peut d'ailleurs être rendue plus complète (Cordier).

D^r J.-A. Cordier,

Directeur du Laboratoire de Microbiologie
de la Marne, à Reims.

¹ La liqueur est une dissolution de sucre de canne dans du vin de réserve; le saccharose y est en grande partie interverti par les enzymes du vin.

² La Revue publiera, dans le numéro du 30 septembre, une Note détaillée au sujet de la méthode de M. Bourgeois.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Niewengłowski. *Docteur en médecine. Chargé du Service médical du P. C. N. — Les Mathématiques et la Médecine.* — 1 vol. in-8 de 70 pages. H. Desforges, éditeur. Paris, 1906.

L'auteur se rend compte des multiples difficultés qui se présentent lorsqu'on veut soumettre les phénomènes biologiques au calcul; toutefois, l'application des Mathématiques à la Physique et à la Chimie a fait faire de grands progrès à ces sciences; peut-être en sera-t-il de même pour ce qui concerne la Physiologie et la Médecine. *A priori*, l'application des Mathématiques à une science quelconque ne peut que profiter à ses progrès; le pire qui puisse arriver, c'est que cette réduction des phénomènes au calcul, cette mise en équation soit inutile. Et, comme cette inutilité ne peut être prévue d'avance, on n'aurait condamner nécessairement les essais tentés pour ramener les sciences biologiques à la « Mathématique ».

Ces essais devront se faire d'abord sur les phénomènes les plus simples: « Evidemment, il faut commencer par appliquer les Mathématiques à la cellule avant d'embrasser des sujets plus généraux. »

M. Niewengłowski cherche ensuite quelle réponse analytique on peut faire au problème le plus général qui consiste à déterminer de quelle façon un phénomène dépend des circonstances environnantes. Une fonction de variables, qui sont elles-mêmes fonctions du temps, peut toujours se mettre sous la forme $A = F(t)$; mais cette solution est illusoire. Pour connaître la fonction A , il faut connaître sa forme par rapport aux variables x_1, x_2, \dots, x_n dont dépend le phénomène et connaître la valeur de ces variables à un moment donné, question que seule l'expérience peut résoudre. « Une formule mathématique n'a de sens que quand on donne un moyen de la calculer. » Nous voici donc ramenés à l'expérience. Ce n'est pas à dire qu'il faille renoncer à introduire les Mathématiques en Physiologie et en Pathologie, sous prétexte qu'il sera impossible de connaître exactement les fonctions qu'on aura à considérer. Les calculs ne seront pas plus précis que les expériences; mais à la fonction inconnue que l'on cherche, les expériences permettront de substituer une fonction plus simple qui s'en approchera. Le calcul permettra alors de déduire certaines propriétés de la nouvelle fonction, et ses valeurs numériques dans des circonstances déterminées; ces résultats approchés dispenseront de nouvelles expériences.

L'auteur montre qu'il n'y a pas, au point de vue mécanique, de différences essentielles entre la matière organique et la matière inorganique. Tout ce qu'on a démontré en Mécanique peut s'appliquer à la Physiologie. M. Niewengłowski réfute les arguments tirés du mouvement, de l'irritabilité, de la transformation continuelle de la matière vivante et de l'irréversibilité de cette transformation. Il n'y a du reste pas, entre les organismes et les corps bruts, de différences au point de vue chimique: On trouve dans la matière vivante les mêmes corps simples que dans la matière inorganique. Les travaux de Gibbs à Le Chatelier, etc., ont permis d'étudier mathématiquement les équilibres chimiques; il est probable qu'une part égale est, au point de vue chimique, réservée en Physiologie, en Pathologie et en Thérapeutique, à l'application du calcul. M. Niewengłowski en donne deux exemples: la formule de M. Victor Henri pour exprimer l'action des

diastases, et l'application faite par M. Arrhénius, à l'action d'une antitoxine sur la toxine correspondante, du calcul classique de M. Berthelot sur l'éthérification.

M. Niewengłowski pense qu'on peut également appliquer à la Physiologie des théories sur l'élasticité. Il choisit pour exemple la contraction d'une fibre musculaire, et il insiste sur la confirmation que l'expérience donne aux résultats du calcul, particulièrement sur ce qu'en appliquant les lois de la Mécanique et de la Physique à la matière vivante, on pouvait prévoir la production d'électricité qui accompagne le fonctionnement du muscle. La contraction d'une fibre musculaire se fait par pénétration de la substance isotrope dans la substance anisotrope. Supposant que les couches isotropes ne transmettent que des mouvements longitudinaux et étudiant ensuite les mouvements transversaux des couches anisotropes, M. Niewengłowski constate que, d'après la nature du mouvement, les couches isotropes tendent à se contracter ou à se dilater latéralement; les couches anisotropes tendent à se dilater transversalement. Quand un corps se dilate dans un sens, c'est que les molécules qui le composent s'éloignent les unes des autres dans le sens considéré; d'où la conclusion que, dans l'état de contraction musculaire, la substance isotrope pénètre partiellement dans la substance anisotrope. Une seconde conclusion est que la chaleur dégagée est plus forte dans la substance anisotrope que dans la substance isotrope. On a donc une sorte de pile de disques dont la température alterne, et le contact de substances à des températures différentes produit une différence de potentiel. Le fonctionnement du muscle est donc accompagné d'un phénomène électrique. Or, les phénomènes où l'électricité entre en jeu sont réversibles; de même que la contraction musculaire produit un courant, l'électrisation d'un muscle provoquera sa contraction.

M. Niewengłowski applique la notion de la tension superficielle à la forme des amibes et des leucocytes. Si la tension superficielle varie, tout se passe comme si la membrane d'enveloppe devenait plus mince en certains points: il se produira vers ces points une poussée à laquelle la membrane cédera et un écoulement de matière qui déformera l'amibe et le leucocyte. En même temps que déformation, il y aura déplacement du centre de gravité, et l'amibe subira un déplacement. M. Niewengłowski s'est proposé de montrer par le calcul que la déformation du leucocyte qui se déplace est irrégulière: pour cela, il a étudié le déplacement d'un espace infiniment petit autour d'un point du leucocyte, et il suppose ce déplacement continu. Il trouve que le déplacement infiniment petit de molécules du leucocyte se compose d'une translation, puis d'une rotation, enfin d'une déformation élémentaire. Le leucocyte en se déformant ne restera donc pas semblable à lui-même. M. Niewengłowski montre ensuite qu'il n'est pas impossible de calculer les réactions élastiques du leucocyte.

L'auteur insiste sur l'importance des analogies mathématiques: il arrive parfois que des éléments ayant des significations concrètes distinctes dans deux phénomènes distincts jouent des rôles semblables au point de vue mathématique. Tout résultat obtenu dans l'étude d'un de ces phénomènes peut être immédiatement transporté, avec sa traduction spéciale, dans le deuxième. Ces considérations d'analogie rendent de réels services en suggérant tout au moins des recherches dans certaines directions.

Les conclusions de l'auteur sont que, en général, les

phénomènes biologiques dépendent d'un trop grand nombre de variables, et les données indispensables à la mise en équation sont trop peu connues pour que l'application directe des Mathématiques à ces phénomènes puisse se faire. Mais on peut, grâce aux Mathématiques, faire mieux comprendre par certaines analogies le caractère de beaucoup de lois biologiques. En définitive, il pense, avec M. H. Poincaré, que l'expérience est la source unique de la vérité, que seule elle peut nous apprendre quelque chose de nouveau et nous donner la certitude.

M. Nieweglowski souhaite en terminant que les étudiants en médecine aient désormais une culture mathématique suffisante pour qu'ils puissent comprendre la signification des lois physiques, et, par suite, avoir des idées justes en Biologie.

La brochure qu'il publie est un essai critique très intéressant; mais elle montre qu'il est à peu près impossible, *actuellement*, d'appliquer avec fruit les Mathématiques à la Biologie.

En terminant, nous n'oublions pas de dire que M. Nieweglowski, qui a rendu des services signalés aux sciences photographiques, a mis en relief, dans le livre que nous analysons, l'importance d'une méthode qui pourra, dans une époque plus ou moins éloignée, être appliquée avec profit.

E. DE RIBACOURT,
Docteur ès sciences.

2° Sciences physiques

Berthier (A.), Ingénieur. — *Les Piles à gaz et les Accumulateurs légers.* — 2 vol. in-12 de 115 et 136 pages avec 36 figures. H. Desforges, éditeur. Paris, 1906.

L'électricité est un merveilleux agent d'énergie, mais elle ne peut jusqu'ici actionner les moteurs, qui ne sont pas reliés au générateur fixe qui la produit par un système ininterrompu de conducteurs, qu'à la condition d'être emmagasinée dans des accumulateurs. Sous la pression des exigences de l'automobilisme, que ces derniers grèvent d'un poids mort considérable, on s'est efforcé de les alléger; mais les moins lourds le sont encore beaucoup trop, et leur usure est restée fort rapide.

Le générateur électro-chimique serait bien préférable!

Simultanément pile primaire et pile secondaire, il serait régénéré, après fonctionnement, soit par renouvellement de son électrolyte (ou même par simple circulation dans le liquide d'un courant gazeux convenable), soit par un courant électrique inverse de celui qui l'a chargé.

Mais, si l'on est parvenu à créer des piles susceptibles d'être alimentées par des courants gazeux et si, d'autre part, on connaît un nombre très considérable d'éléments pouvant être régénérés par un courant électrique, aucune des combinaisons essayées n'offre pratiquement les deux propriétés.

Le problème n'est certainement pas insoluble et il est de nature à tenter la sagacité des chercheurs. La connaissance des multiples essais qui ont jusqu'ici été faits est indispensable à quiconque veut reprendre la question, et il faut savoir gré à M. Berthier de nous en présenter un tableau détaillé.

La première partie de son premier volume est consacrée aux piles à gaz (piles à électrodes inertes, piles au charbon et aux hydrocarbures). La seconde partie traite des accumulateurs légers, au plomb seul et au plomb combiné avec un autre métal.

Le second volume étudie les accumulateurs légers sans plomb, à acides ou sels (au zinc, au magnésium, à l'aluminium, au cuivre, au mercure, au fer), et alcalins (à cathode soluble ou insoluble). Il parle avec détails de l'accumulateur Edison, constitué, comme on le sait, par un électrolyte alcalin, soude ou mieux potasse diluée, et deux électrodes, l'une recouverte d'oxyde de nickel, l'autre d'oxyde de fer.

Le dernier chapitre est consacré aux accumulateurs légers dans leurs rapports avec l'automobilisme.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

Parnicke (A.), ancien ingénieur en chef de la Fabrique de produits chimiques de Grödenheim. — *L'Appareillage mécanique des Industries chimiques. Adaptation française par M. E. CAMPAGNE, Ingénieur-chimiste.* — 1 vol. in-8° de 356 pages avec 298 fig. (Prix : 12 fr. 50.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris, 1906.

Nous avons déjà signalé, ici même, à propos d'un autre ouvrage, l'intérêt qu'il y a pour le chimiste à connaître les appareils industriels qui sont nécessaires pour adapter une méthode de travail, conçue et appliquée avec les appareils de laboratoire, au traitement de quantités importantes de matières. Les données sur l'appareillage mécanique des industries chimiques sont malheureusement, en France, éparpillées dans les catalogues des constructeurs et les articles des revues techniques. L'Allemagne possède, au contraire, une littérature importante sur ce sujet, au premier rang de laquelle se placent l'ouvrage de Parnicke, qui en est à sa troisième édition, et celui, plus récent, de Rauter.

À défaut d'une œuvre originale, M. E. Campagne nous donne aujourd'hui la traduction du premier de ces volumes, adaptée au public français par la substitution de nombreux appareils français aux appareils similaires d'origine allemande. Le livre traite successivement de la production de la force motrice et de son transport, du transport des solides, liquides et gaz, des appareils de broyage, des mélangeurs, des appareils pour la fusion, la lixiviation, la dissolution, la concentration, des procédés mécaniques pour la séparation des corps, la dessiccation, enfin des appareils de contrôle et des appareils pour la ventilation et l'élimination des poussières.

Nous ne doutons pas que la publication de ce volume ne soit vivement appréciée des chimistes français.

3° Sciences naturelles

Salone (Emile), Docteur ès lettres, Professeur d'Histoire au lycée Condorcet. — *La Colonisation de la Nouvelle-France.* — 1 vol. in-8° de 467 pages. (Prix : 7 fr. 50.) Paris, Guilmoto, éditeur.

Siegfried (André). — *Le Canada, problèmes politiques contemporains.* — 1 vol. in-18 de 415 pages. (Prix : 4 fr.) Paris, Colin, éditeur.

Il convient de rapprocher ces deux nouveaux ouvrages, qui traitent tous deux de la « Nouvelle-France », encore si mal connue de l'ancienne, et dont le premier pourrait être considéré comme une longue préface historique du second. Souhaitons maintenant qu'un livre prochain, nous racontant le premier siècle du Canada, devenu colonie anglaise, vienne combler la lacune que laissent entre eux, de 1763 au début du 20^e siècle, ceux de MM. Salone et Siegfried.

Négligeant, de parti pris, l'histoire politique déjà traitée par ses prédécesseurs, en anglais et en français, M. Salone étudie particulièrement — et c'est une nouveauté intéressante — la colonisation de la Nouvelle-France; il a fait état des documents conservés tant au Canada qu'à Paris, les « papiers » officiels ayant été partagés conformément à deux articles du traité de 1763; ceux qui concernent plus particulièrement l'état des personnes et des biens, actes publics et privés, sont devenus au Canada. Certes, la colonie fondée par Champlain sous Henri IV se développe lentement; elle ne comptait pas 70.000 Français après un siècle et demi d'existence, au moment où elle passa aux Anglais; les indigènes avaient tellement diminué en nombre qu'on pouvait prévoir leur disparition quasi totale; quant aux Européens, le Gouvernement ne s'occupait de peupler le pays que pendant quelques années, au début du règne

personnel de Louis XIV, sous l'active impulsion de Talon, qui fut, sans doute, le meilleur intendant de la Nouvelle-France. Heureusement, les familles étaient nombreuses, et si la dispersion des « concureurs de bois » empêcha la constitution de villes considérables, comme celles de la Nouvelle-Angleterre, le Saint-Laurent n'en devint pas moins peu à peu une rue encadrée de domaines cultivés. Le Canada français, jusqu'au jour de la séparation, a vécu de sa propre substance; ignoré de la métropole, il a dû se défendre, presque abandonné à lui-même, au moment de la lutte suprême, et sa résistance étonne plus que sa chute finale.

On trouvera dans le livre de M. Salomé de curieux renseignements statistiques sur la production, les échanges, les budgets du vieux Canada. La guerre iroquoise terminée, vers la fin du XVII^e siècle, la vie des colons fut, aux bords du Saint-Laurent, rustique, mais assez facile; notre auteur n'a pas de peine à démontrer que le « régime féodal » et les « dîmes ecclésiastiques » n'eurent jamais rien de tyrannique dans la Nouvelle-France. La difficulté des relations avec l'Europe, par le cours d'un fleuve gelé quatre ou cinq mois par an, explique la lente ascension du mouvement commercial; en 1723 seulement, le Canada commence à exploiter ses forêts pour l'exportation; à peine envoie-t-il chaque année quelques chargements de grains en France. Mais la race française, presque bloquée sur ses rives de l'Amérique, entourée d'ennemis indigènes, puis européens, s'est fortement attachée au sol; un type de Canadien-français s'est constitué et vit d'une vie déjà intense au moment de la conquête anglaise. Carleton, le second gouverneur anglais de Québec, ne s'y était pas trompé : « Le dévouement inévitable, écrivait-il en 1767, c'est que ce pays devra être à la fin peuplé par la race canadienne ».

Comment s'est réalisée, jusqu'au temps présent, la prophétie de Carleton, c'est ce que nous apprend M. André Siegfried. Si la carrière assignée à la race française au Canada s'est peu étendue, dans ces limites du moins, la maîtrise des vieux Canadiens est aujourd'hui décisive. Mais leur fortune dans l'ensemble du Nord-Américain ne saurait être incertaine : en donnant à son ouvrage un sous-titre, les *Deux races*, M. Siegfried résume d'un mot le problème qu'il s'est proposé d'étudier. La race française a été fortement façonnée par son clergé, dans un isolement jaloux où elle s'est largement épanouie, et conserve virilement l'usage de la langue et du catholicisme ataviques. La race anglaise, imprégnée de protestantisme, a su comprendre l'utilité qu'il y avait pour elle à ne pas aliéner les sympathies des Français, en face de la puissante Union américaine. Peut-être M. Siegfried attribue-t-il au facteur religieux une importance un peu démesurée; au voisinage des États-Unis, le conservatisme catholique des Canadiens français est beaucoup moins rigoureux qu'il y a vingt ans; à maintenir une intransigence surannée, le clergé français risquerait de voir grandir à ses dépens l'influence des prêtres catholiques irlandais, qui sont sans doute pour lui les plus redoutables adversaires; il a parfaitement aperçu qu'il devait former une jeunesse armée pour les luttes modernes, c'est-à-dire largement munie de science et, s'il est vrai que la langue des affaires soit l'anglais, même à Québec, les Canadiens-français ne sont pas les derniers aujourd'hui à savoir *make up money*, sans rien abdiquer cependant de leurs traditions toujours chères.

M. Siegfried a très bien démêlé, en des pages précises et fines, les traits de la complexe influence américaine sur le Canada voisin; il montre un Canada nouveau grandissant à l'ouest des anciennes provinces, dans la prairie et au pied des Montagnes Rocheuses; il fait ressortir, par l'exemple du premier ministre lui-même, Sir Wilfrid Laurier, comment le respect des principes se concilie, en ces âmes si différentes des nôtres, avec le plus souple des opportunistes diplomatiques et économiques. La dernière partie du livre, intitulée « Les

relations extérieures du Canada », est pleine d'excellentes observations, très judicieusement ordonnées. Colonie loyale de l'Angleterre, le Dominion of Canada est cependant, en fait, une véritable nation; il a repoussé toutes les séductions d'un impérialisme qui aurait atteint sa liberté militaire ou dominière; qu'il se soit ainsi américanisé par les mœurs et que, formé de deux races très différentes, il demeure pourtant fidèlement lié à l'Angleterre, c'est là, nous dit justement notre auteur, un véritable chef-d'œuvre de la politique anglaise. Et c'est pour nous aussi, Français, quelque chose de constater que ce faisceau robuste de deux organismes, le plus vigoureux peut-être et sûrement le plus original est né d'une semence jetée de France.

HENRI LORIN,

Professeur de Géographie coloniale
à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

4^e Sciences médicales

Regnard (Dr P.), *Directeur de l'Institut national agronomique, Membre de l'Académie de Médecine, et Portier* (Dr P.), *Répétiteur à l'Institut national agronomique*. — *Hygiène de la ferme*. — 1 vol. de l'Encyclopédie agricole. (Prix: 5 fr. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1906.

Le traité de l'hygiène de la ferme de MM. Regnard et Portier diffère profondément de tous les traités publiés jusqu'à ce jour sur le même sujet. « Tous les traités d'hygiène rurale qui ont paru jusqu'à ce jour se ressemblent beaucoup », écrivent ces messieurs en tête de leur préface : « leurs auteurs ont appliqué à la vie aux champs les principes sanitaires de toutes les autres conditions d'existence. Il y est dit que le froid humide est à craindre aussi bien pour les bêtes que pour les gens et que l'eau de boisson doit être saine et abondante. Quand on a ajouté que les saisons ne valent pas la viande fraîche et qu'il vaut mieux boire du vin que de l'eau-de-vie, on a donné à ses lecteurs des conseils indiscutablement bons. D'autres ont été plus loin. Ils se sont occupés des cimetières, de leur situation dans les agglomérations rurales, des captages et des aménagements d'eau dans les bourgades, des assainissements de territoires inondés; sortis de l'hygiène banale et personnelle, ils ont versé dans l'hygiène administrative. Nous avons voulu faire quelque chose d'un peu différent... nous nous sommes occupés de la prophylaxie des maladies qui peuvent atteindre l'ouvrier rural et les animaux qui sont ses auxiliaires... Celui qui voudra bien nous lire trouvera ici le résumé de ce que doit connaître un agronome avisé pour maintenir en bon état lui-même, ses gens et son troupeau ».

L'ouvrage comprend trois parties d'inégal développement : il traite de façon sommaire de l'habitation du fermier; il expose avec quelques développements pratiques la question de l'hygiène alimentaire de l'homme vivant aux champs; il s'étend enfin de façon plus détaillée sur l'hygiène générale et les maladies infectieuses des animaux domestiques.

La première partie traite de la maison rurale, de cette maison qu'il serait si simple d'organiser et d'entretenir saine et agréable et qui, malheureusement, réalise, à quelques rares exceptions près, le type du logement insalubre. — « L'intemperance, l'alcoolisme sont des défauts très rares chez les ruraux de notre pays, disent MM. Regnard et Portier, et cependant la tuberculose, la mortalité infantile font de grands ravages parmi eux; notre conviction est que la cause de cet état de choses réside, pour une très grande part, dans l'insalubrité des habitations. » — Et ils indiquent à grands traits, mais très nettement, ce que doivent être, pour rendre saine la maison de l'homme des champs, son emplacement, son mode de construction, son mobilier, son aération, son chauffage, son éclairage, ses moyens d'évacuation des immondices. Incidemment, ils rappellent quels sont et comment peuvent être réalisés les soins de propreté corporelle des habitants de la

ferme et la désinfection des locaux à la suite de maladies infectieuses. Tout cela est dit simplement, clairement, agréablement, les auteurs ayant su éviter la sèche- resse d'une simple énumération, comme l'abondance exagérée de détails.

La seconde partie traite de l'hygiène de l'alimentation. Les auteurs, qui sont admirablement placés à l'Institut national agronomique pour savoir que l'agronomie de nos jours est assez instruit pour pouvoir s'engager dans les sentiers de la science pure, n'ont pas hésité à présenter un magistral exposé de la question physiologique de la nutrition de l'homme; ils l'ont fait, d'ailleurs, avec la compétence, avec la simplicité, avec la netteté les plus remarquables, grâce à leurs connaissances physiologiques, grâce aussi à leur incontestable talent d'exposition. Successivement ils nous montrent quels sont la raison d'être et le but de la nutrition; — comment les aliments sont transformés dans le tube digestif par les liquides buccaux, gastriques, intestinaux et absorbés dans l'intestin grêle, pour aller, entraînés par le sang, fournir aux divers tissus les matériaux de leur reconstitution, de leur fonctionnement, de la constitution de leurs réserves; — quelle est la ration alimentaire normale de l'homme, et par quelles méthodes empiriques ou expérimentales on en a déterminé la valeur et les variations qu'elle peut présenter sous l'influence du climat ou du travail musculaire; — quelle est la composition des aliments usuels de l'homme, viande, œufs, lait, beurre, fromages, farines et pain, légumes et fruits; — comment on peut, par les divers procédés de stérilisation, débarrasser l'eau destinée à la boisson des impuretés et des parasites microbiens ou autres qu'elle peut contenir dans la mare, dans le puits, dans la source et dans la citerne; — comment, sous quelle forme et dans quelles proportions les boissons fermentées peuvent concourir à l'alimentation de l'homme. Puis, quittant le terrain purement scientifique, pour aborder la question de la réalisation pratique, après avoir discuté la nature du régime à adopter (carné, végétarien ou mixte), ils donnent quelques exemples de menus pouvant convenir aux ouvriers agricoles, menus qui, tout en répondant aux conditions essentielles imposées par la théorie, se distinguent de la plupart des menus présentés par les ouvrages d'hygiène pratique, en ce qu'ils sont assez variés pour répondre au besoin qu'a l'homme de changer constamment la nature de ses aliments.

La troisième partie traite de l'hygiène et des maladies infectieuses des animaux domestiques. Dans une sorte d'introduction, MM. Regnard et Portier nous présentent, résumés en 23 pages, les notions fondamentales et classiques sur les bactéries pathogènes, examinant successivement leur morphologie, leur physiologie, leurs rapports avec les êtres supérieurs chez lesquels elles peuvent se développer. Puis ils passent en revue le poulailler, le colombier, et les maladies parasitaires de la poule et du pigeon; l'écurie et les maladies du cheval; la bergerie et les maladies parasitaires du mouton; le chenil et les parasites du chien de garde et du chien de berger; la porcherie et les maladies parasitaires du porc; les étables et les maladies du bœuf. Dans cette longue revue, il convient de retenir plus particulièrement les articles consacrés au choléra des poules, au tétanos et à la morve du cheval, aux horse-pox, cow-pox et vaccine, à la clavelée du mouton, aux parasites intestinaux et à la rage du chien, à la ladrerie du porc, à la tryphine et au rouget, au charbon bactéridien du bœuf et à l'actinomycose.

Et tout cela se lit facilement, sans qu'il soit besoin de connaître la nomenclature et les expressions très spéciales dont trop d'auteurs obscurcissent pour le grand public, instruit mais non spécialisé, leurs exposés et leurs discussions.

Dans un dernier chapitre, qu'on ne saurait trop admirer, à mon avis, et dont on ne saurait trop recommander la lecture à tous ceux qui veulent acquérir des notions précises, simples et saines sur la question de

la tuberculose, que trop d'auteurs ont compliquée comme à plaisir et hérissée d'obstacles, MM. Regnard et Portier nous exposent l'histoire biologique du bacille de Koch, les lésions pathologiques qu'il engendre chez le bœuf, l'unicité des bacilles tuberculeux, le diagnostic de la tuberculose et la tuberculine, l'étiologie et la prophylaxie de la tuberculose, les rapports de la tuberculose de l'homme et des animaux. On trouvera là, réunies dans une cinquantaine de pages, toutes les notions nécessaires et suffisantes que doit connaître à l'heure actuelle tout homme cultivé, par conséquent tout agronome.

MAURICE ARTHUS,
Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

5° Sciences diverses

Machat (J.). *Agrégé de l'Université, docteur ès lettres.* — Documents sur les Etablissements français de l'Afrique occidentale au dix-huitième siècle. — 1 vol. in-8° de 137 pages. Augustin Chalmel, éditeur. Paris, 1906.

Tous ceux qui se sont intéressés à l'évolution de notre politique coloniale depuis le xvi^e siècle savent à quelles difficultés ils se sont heurtés quand il s'est agi pour eux de consulter les documents originaux. La plupart de ces écrits ont disparu, en totalité ou en partie; les autres ont été maladroitement éparpillés dans les archives des différents Ministères, voire même dans celles de nos possessions d'outre-mer. Les textes qui se rapportent aux vicissitudes de nos établissements en Afrique occidentale n'ont pas eu un meilleur sort: aussi devons-nous louer sans réserve M. Machat de la sagacité dont il a fait preuve dans les patientes recherches qui font l'objet de son Mémoire.

Cet intéressant travail comporte deux parties. Dans la première, il nous représente les Rapports des Agents de la célèbre Compagnie des Indes sur leurs tentatives de pénétration dans le Bambouk septentrional, le pays des mines d'or. Toutes ces relations dénotent la même mentalité et les mêmes préoccupations, quelles que soient la classe sociale des auteurs ou leur plus ou moins complète ignorance. Ces récits d'aventuriers, aussi pauvres de science que de scrupules, hantés par le mirage d'un Eldorado africain qui surexcitait les cerveaux des contemporains de Law, ne font que renchérir sur les exagérations de leurs devanciers quand ils ne sont pas de féroces réquisitoires contre leurs rivaux.

Dans ce fatras, on retrouve cependant quelques données que la géographie moderne a confirmées: mais ces découvertes ne compensent pas les désastres qu'a subis l'avidité et cupide Compagnie des Indes sur la « terre du Galam ».

Dans la seconde partie, l'auteur exhume des documents inédits sur Gorée et les comptoirs français de l'A. O. F. de 1763 à 1784.

La Guerre de Sept ans vient de nous enlever le Sénégal et les établissements du fleuve: le commerce des esclaves et celui de la gomme sont ainsi passés aux mains de nos rivaux. Sur l'îlot de Gorée qui nous reste et où agonise notre empire colonial, les intrigues de la « Compagnie » finissent par « accaparer jusqu'aux magasins et aux navires du Roi »! L'heureux coup de main qui nous rend Saint-Louis et la signature du traité de Versailles qui nous restitue le Sénégal n'améliorent pas la situation précaire de nos établissements. Après comme avant la tourmente de la Guerre de Sept ans, l'incohérence de nos entreprises, l'ignorance et la faiblesse de nos agents, les alternatives d'emballement romanesque et de puril découragement, enfin et surtout les rivalités mesquines de personnes et d'intérêts annihilent les tentatives les plus généreuses et les espérances les plus légitimes.

Ces erreurs de l'ancien régime sont-elles bien définitivement reléguées dans le passé et notre jeune empire colonial n'a-t-il rien à redouter de la persistance de leurs causes?

Dr MACLAUD.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 Juillet 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Renan a constaté que l'inclinaison mutuelle des deux fils mobiles du micromètre d'un cercle méridien n'est pas absolument constante, mais est fonction de la direction donnée à l'axe optique de la lunette. — M. J. Guillaume communique les observations de la comète Finlay (1906 d) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. J. de Schokalsky a mesuré la superficie de la Russie d'Asie par zones, en se servant d'une carte établie d'après le sphéroïde de Bessel, et a trouvé $16.085.530 \pm 1.890$ kilomètres carrés.

2^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Lippmann montre que la dispersion prismatique, utilisée dans le spectroscope, peut servir de principe à un système de photographie directe des couleurs. — Le même auteur montre que, dans la photographie des couleurs, on peut théoriquement remplacer le miroir de mercure par l'un quelconque des systèmes inventés pour donner des franges dans l'espace. — M. P. Fournel a constaté que la résistance électrique d'un acier croît d'abord suivant une loi linéaire; puis, à partir d'une température qui dépend de la composition de l'alliage, la courbe se relève et devient parabolique. — M. F. Meyer, en faisant réagir l'ammoniac sec, liquide ou gazeux, sur les composés halo-auriques, a obtenu les corps : AuI_2AzH_3 , AuI_2AzH_3 , $\text{AuBr}_2\text{AzH}_3$, $\text{AuCl}_2\text{AzH}_3$, AuI_2AzH_3 . — MM. V. Thomas et P. Dupuis, en faisant réagir le chlore liquide sur diverses substances, ont obtenu : avec I, du trichlorure; avec Br, du mono- et du trichlorure; avec Se et Te, des bi- et tétrachlorures; avec SO_2 , du chlorure de sulfure. — M. H. Pélabon a déterminé les courbes de fusibilité des mélanges obtenus en fondant l'argent avec S, Se et Te. Ces courbes indiquent l'existence des composés Ag_2S , Ag_2Se et Ag_2Te . — M. Arrivant a reconnu que les alliages de manganèse et de molybdène contenant moins de 30 % de Mo sont constitués par du manganèse libre associé à l'un des constituants Mn_2Mo ou MnMo , que l'on peut isoler par un traitement convenable à l'acide acétique étendu.

— M. A. Buisson a constaté que, dans le dosage de l'ammoniaque dans les eaux par le réactif de Nessler, par colorimétrie ou gravimétrie, la réaction n'est pas totale; il s'établit un état d'équilibre entre les divers éléments en présence. — M. J. Duclaux estime qu'en poussant très loin le lavage des précipités colloïdaux on n'arrive jamais à un composé limite contenant une proportion fixe d'impureté; toutefois, l'élimination de l'impureté se fait avec une lenteur de plus en plus grande. — MM. G. Bertrand et A. Lanzenberg ont fait la synthèse de la *D*-idite cristallisée en réduisant la lactone *l*-gulonique par l'amalgame de Na et amorçant la cristallisation par un cristal de sorbitose ou *D*-idite. Elle fond à $73^{\circ}5$; $\alpha_D^{20} = +39,5$. — MM. J. Galimard, L. Lacomme et A. Morel montrent que la constitution attribuée par M. Lepierre aux produits azotés qu'il emploie pour la culture des microbes est inexacte. Ses prétendues glucoprotéines α sont des mélanges d'acides monomériques incomplètement débarrassés d'impuretés non cristallisables. — MM. H. Bierry et Gija ont mis en évidence par divers moyens l'amylase et la maltase du suc pancréatique. Le suc dialysé sur sac de colloïdion en présence d'eau distillée perd tout pouvoir sur l'amidon et la maltose; il suffit d'ajouter un électrolyte convenable pour rendre au suc dialysé ses propriétés.

3^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. G. Baudran a isolé du bacille tuberculeux un toxique alcaloïdique cristallisé

qu'il nomme tuberculinine, et qui, traité par le permanganate, se transforme en un produit possédant des propriétés curatives. — M. F. Marceau a constaté que le mouvement de bascule des valves de certains Acéphales peut tenir à deux causes : 1^{re} à l'amplitude différente des mouvements des deux bords de ces valves; 2^{re} à la non-simultanéité des mouvements de ces deux bords. — M. E. Jourdy estime que le réseau tectonique de la France est bien orthogonal, comme l'avait découvert Marcel Bertrand; mais il est double pour la couverture sédimentaire et différent pour le substratum archéen.

Séance du 6 Août 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Duboin a préparé deux nouveaux iodonmercurates, l'un de sodium, $2\text{NaI} \cdot \text{HgI}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, l'autre de baryum, $\text{BaI}_2 \cdot \text{HgI}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. — M. L. Ouvrard, en faisant réagir la vapeur de SnCl_4 sur du borate de chaux porté au rouge vif, a obtenu des rhomboèdres d'un borostannite $\text{B}^{\text{III}}\text{O}_3 \cdot \text{SnO}_2 \cdot \text{CaO}$ identique à la nordenskjöldine, découverte par Brogger. — MM. E. Leduc et M. Pellet ont étudié l'influence de la température de déshydratation de l'albâtre sur la prise du plâtre obtenu. La température de 250° paraît être celle qui donne la prise la plus rapide. — M. J. Lefèvre a constaté qu'en imantion de CO_2 , mais en sol amidé, une plante verte peut se développer à la lumière et tripler son poids sec, sans qu'il y ait dégagement d'oxygène.

2^{re} SCIENCES NATURELLES. — M. Roulier a constaté que les rayons X ont une action élective sur l'ovaire en tant que glande active à rénovation cellulaire intense. L'atrophie peut facilement être obtenue chez les animaux très petits, sans production d'alopecie. Elle est très difficile à obtenir chez la chienne et vraisemblablement impossible à déterminer chez la femme. — MM. A. Rodet et G. Vallet montrent qu'il paraît légitime d'attribuer les chutes brusques dans le nombre des trypanosomes du sang, chez le chien, à des crises de trypanolyse intra-vasculaire en rapport avec une propriété trypanolytique du sang. — M. P. Vuillemin estime que le traumatisme n'est qu'une cause occasionnelle de l'apparition de formes anormales chez les plantes; les causes réelles sont complexes.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 14 Juin 1906.

M. Ed. Meyer présente un Mémoire sur les Sumériens et les Sémites en Babylonie. Les monuments les plus anciens de Babylonie font voir que les Sumériens et les Sémites y représentent deux types ethnographiques bien définis et distincts. Comme, cependant, les Sumériens ne se retrouvent qu'au sud du pays, alors que leurs dieux présentent le type sémitique et non pas sumérien, ils doivent avoir emprunté ceux-ci aux Sémites. Il paraît donc bien établi que la population la plus ancienne de Babylonie était de race sémitique, les Sumériens ayant fait invasion en conquérants dans le sud du pays. Tout en restant sous l'influence sémitique, cette partie de la population serait de l'importance la plus grande pour le développement de la civilisation babylonienne, surtout par l'écriture, par elle inventée et développée.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 21 Juin 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — MM. S. Meyer et E. von Schweidler ont étudié l'absorption du rayonnement α

par l'aluminium. Le coefficient d'absorption pour des couches absorbantes infiniment minces est le suivant pour les rayonnements α provenant des diverses substances radio-actives : U, 3.100; Po, 4.050; AcB, 900; ThB, 500; RaC, 400. — M. K. W. F. Kohlrausch démontre expérimentalement la loi de von Schweidler, d'après laquelle le nombre des particules α émises par une substance active n'est pas constant, mais oscille autour d'une valeur moyenne, et que la grandeur de cet écart est proportionnelle à l'inverse de la racine carrée du nombre des atomes prenant part à la transformation. — M. F. Hauser : Appareil pour copier les inscriptions phonographiques sur des plaques. — M^{lle} B. Braun et M. H. Kittel, en oxydant par le permanganate alcalin la pinacoline dérivant de la pinacole de la méthyléthylcétone, ont obtenu un acide $C^4H^5C(CO)CO_2H$, donnant par réduction un oxyacide. Ce dernier, traité par H^2SO_4 , fournit une cétone $C^4H^5C(CO)CO_2H$. — M. V. Grafe a extrait des fleurs de mauve une substance qui se laisse doubler en deux matières colorantes rouges, l'une soluble dans l'alcool absolu, l'autre insoluble, mais soluble dans l'eau. La première possède la formule $C^{10}H^{10}O^6$; la seconde est un glucoside $C^{20}H^{30}O^{13}$, renfermant un groupe aldéhydrique qui est chromogène. Le sucre de ce glucoside est le dextrose.

² SCIENCES NATURELLES. — M. F. Steindachner communique ses observations sur le *Liparophis Bedoti* et le *Lachesis monticola*, d'après des exemplaires provenant du Cambodge et du Tonkin. — Puis il décrit un nouveau genre et une nouvelle espèce de la famille des Murénides, voisin des *Nettastoma*, trouvé à Upolu; il le nomme *Nettastomops barbatula*. — M. L. Cognetti de Martini décrit une nouvelle espèce d'*Opisthodrilus* du Brésil, l'*O. rho, palopera*. — M. E. Palla présente la liste des Cypéracées recueillies par l'expédition botanique dans le sud du Brésil. — M. F. Vierhapper continue la description de la flore recueillie dans le sud de l'Arabie et l'île de Sokotora. — M. C. Doelter présente ses observations sur la dernière éruption du Vésuve. Il a trouvé trois sortes de cendres bien caractérisées : noires, rouge-brun et grises. Il n'a pu mettre en évidence ni chlore, ni fluor libres dans les exhalaisons, mais seulement des chlorures et des fluorures. — M. F. Bier a examiné, au point de vue pétrographique, les roches récoltées aux environs d'Aden. Ce sont des laves basaltiques à olivine et feldspath et des trachytes.

Séance du 5 Juillet 1906.

¹ SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. von Schrutka : Sur la solution des équations linéaires de quaternions. — M. Th. Schmiedt : Sur les problèmes cubiques et le traitement constructif du complexe d'axes. — M. J. Holetschek a essayé de déterminer l'époque probable de la redécouverte de la comète de Halley à sa prochaine apparition. Pendant l'opposition 1906-1907, il n'y aura pas lieu de chercher la comète à cause de la valeur énorme des distances r et Δ , et encore moins pendant celle de 1907-1908. Par contre, on pourra l'attendre avec certitude vers la fin de 1909. En 1910, la comète retrouvera la même clarté qu'au moment de sa découverte, en août 1833, et sera visible à l'œil nu pendant la seconde moitié de mars. — M. J. Wiesner a constaté que, pendant une éclipse de Soleil, l'intensité de la lumière diffuse du ciel diminue plus fortement que celle de la lumière solaire directe.

² SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Boernstein a observé, en diverses villes de l'Allemagne et à Bucarest, les mêmes variations annuelles de l'amplitude de la variation de température semi-diurne, en relation avec la courbe annuelle de la pression atmosphérique. Il en est de même pour plusieurs stations tropicales. — M. F. M. Exner pose les bases d'une théorie des variations synoptiques de la pression atmosphérique. — M. G. Jaeger montre que, si l'on porte une sphère liquide conductrice sans poids dans un champ élec-

trostatique homogène, pour des intensités du champ croissant à partir de zéro, la boule prend la forme d'un ellipsoïde de rotation, puis d'un corps de rotation dont la génératrice est identique à une courbe de Cassini. Au delà, le corps s'étire, devient instable et se déchire. — M. J. von Geitler a constaté que le cuivre et le ruthène entre les longueurs d'onde de 400 à 3.600 centimètres, le zinc entre 400 et 1.320 centimètres, ne présentent pas d'absorption anormale pour les oscillations hertziennes. Le pouvoir de rayonnement de deux excitateurs congruents est en raison inverse des racines carrées des résistances spécifiques des deux métaux quand le décrement de Hertz est faible vis-à-vis de celui de Joule. — M. C. Bruckner : Préparation et analyse de quelques combinaisons complexes du mercure. — M. V. Neustaedter a préparé l'aldéhyde méthyléthylacétique par action de l'amide de sodium et de l'éther monochloracétique sur l'éthyléthylcétone, puis de H^2SO_4 sur le produit formé. Traitée à froid par HCl gazeux, cette aldéhyde se convertit en une modification trimoléculaire. L'aldéhyde se condense, sous l'influence de KOH alcoolique, en un glycol $(CH^3C^2H^5)CH.CHOH.C(C^2H^5)C^2H^5CHOH$, avec formation d'acide méthyléthylacétique. — MM. A. Franke et M. Kohn ont préparé les β -glycols par action des combinaisons organo-magnésiennes sur les aldols. Ainsi le formisobutylalcol donne avec $2C^2H^5MgI$ le 2:2-diméthylbutane-1:3-diol, avec $2C^2H^5MgI$ le 2:2-diméthylpentane-1:3-diol, etc. — M. F. Dautwitz, en condensant l'aldéhyde tiglique avec l'acétone, en présence de $NaOH$, a obtenu le corps $CH^3CH : C(C^2H^5)CH : CH.CO.CH^3$, Eb. 92°-93° sous 12 millimètres. — MM. V. Grafe et L. von Portheim ont cultivé des germes de *Phaseolus vulgaris* en l'absence de chaux; à la lumière, la croissance est activée en présence de sucres, en particulier de lévulose.

³ SCIENCES NATURELLES. — M. L. von Lorenz décrit deux nouveaux chalcids du nord-ouest de l'Afrique : le *Canis somaliensis* et le *C. gallaensis*. — M. F. Werner a déterminé 59 espèces de poissons qu'il a recueillies dans le Nil, parmi lesquelles une est nouvelle, le *Slattinia mongallensis*. — M. B. Klaptocz décrit un nouveau Cestode, le *Davainea Pintneri*, trouvé dans l'Ouganda sur le *Nomida pitiorhynchus*. — M. F. Trauth présente ses recherches sur les couches de Gresten dans les Voralpes autrichiennes. Ces couches se rapprochent, au point de vue pétrographique et faunistique, des formations liasiques littorales de Moravie, du Banat et de Rgotina en Serbie. L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Juin 1906.

¹ SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. D. J. Korteweg présente au nom de M. L. E. J. Brouwer : *Le champ de force des espaces non euclidiens à courbures négatives*. L'auteur s'occupe successivement de l'espace tridimensionnel, du plan et de l'espace n -dimensionnel hyperboliques. D'après lui, un champ de force arbitraire peut être engendré par ses deux dérivées (système d'aimants et système de tourbillons), se propageant à travers l'espace suivant une fonction de la distance qui disparaît à l'infini, ce qui mène à la notion du potentiel du champ. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. A. Pannekoek : *L'intensité lumineuse des étoiles de type spectral différent*. Les trois types de Vogel. La classification de Pickering (Draper Catalogue); ses classes A (étoiles blanches : Sirius), B à raies d'hélium, G le Soleil et Capella, K étoiles rouges : Arcturus, M (Bételgeuze), etc. La classification de Miss A. Maury. La publication de Ejnar Hertzsprung : « Zur Strahlung der Sterne » (la radiation des étoiles). Le déplacement parallactique comme mesure de la distance moyenne. L'étude de M. J. C. Kapteyn faisant connaître les composantes τ et ν du mouvement propre des étoiles de Bradley. Les résultats de l'auteur sont

résumés dans les tableaux suivants (tableaux I et II), dont le premier s'applique à toutes les étoiles, le second aux étoiles à mouvement propre et parallaxe considérables. Il en déduit quelques résultats : La vitesse linéaire moyenne n'est pas la même pour tous les groupes d'étoiles; elle s'accroît avec le stade du développement des étoiles. Les étoiles K et M admettent à la fois une surface, un volume et une masse plus considérables que les étoiles F et G; au contraire, probablement, la densité des étoiles K et M est assez petite. Quand notre connaissance des étoiles doubles spectroscopiques se sera accrue dans quelques années, ces résultats, encore un peu problématiques, pourront se

vase à l'autre; l'exposé est illustré par six planches. — Ensuite M. Onnes présente, au nom de M. C. A. Crommelin : *La mesure de températures très basses*. IX. Comparaison d'un élément thermique constantan-acier avec le thermomètre à hydrogène. L'auteur remplace la formule :

$$t = a \frac{t}{100} + b \left(\frac{t}{100} \right)^3$$

d'Avenarius par :

$$t = a \frac{t}{100} + b \left(\frac{t}{100} \right)^3 + c \left(\frac{t}{100} \right)^5 + e \left(\frac{t}{100} \right)^7 + f \left(\frac{t}{100} \right)^9$$

TABLEAU I. — Intensité lumineuse des étoiles ordinaires.

SPECTRE		ÉTOILE TYPE	n	VALEUR MOYENNE		η	$\tau_{1.0}$	$\eta_{1.0}$
Maury	Dr. Cat.			m	τ			
I—III	B	ϵ Orionis	33	3.57	0°007	0°018	0°007	0°013
IV—V	B—A	γ Orionis	48	4.31	0.011	0.035	0.014	0.036
VI—VIII	A	Sirius	93	3.92	0.040	0.04	0.038	0.061
IX—XI	F	Procyon	94	4.14	0.089	0.153	0.095	0.136
XIII—XIV	G	Capella	69	4.08	0.141	0.157	0.160	0.199
XV	K	Arcturus	101	3.90	0.126	0.119	0.120	0.096
XVI—XX	M	Betelgeuze	61	3.85	0.049	0.068	0.050	0.061

baser sur une quantité d'observations beaucoup plus considérable.

29 SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Kamerlingh Onnes présente la communication n° 94 l du Laboratoire physique de Leyde : *Méthodes et ressources en usage dans le laboratoire cryogénique*. X. Sur les moyens pour obtenir des bains de température constante et uniforme à l'aide d'hydrogène liquide. 1. Introduction. 2. Le liquéfacteur à hydrogène pour l'usage continu. 3. Les compresseurs et les récipients à gaz. 4. Le refroidissement à l'aide d'air liquide. 5. Les moyens de faire fonctionner le

et évalue les coefficients. — Enfin M. Onnes présente, au nom de M. J. Clay : *La mesure de températures très basses*. X. Le coefficient de dilatation du verre de Jena et du platine entre +16° et —182°. XI. Comparaison des thermomètres à résistance de platine et à hydrogène. XII. Comparaison des thermomètres à résistance de platine et d'or. Représentation de la variation de la résistance de l'or par une formule. — M. H. Haga : *Sur la polarisation des rayons Röntgen*. En 1905, M. Barkla publia des expériences (*Phil. Trans. Royal Soc. of London*, t. CCIV, p. 447), par lesquelles il

TABLEAU II. — Intensité lumineuse des étoiles à fort mouvement propre.

SPECTRE		ÉTOILE TYPE	n	$\tau_{1.0}$	$\eta_{1.0}$	$\pi_{1.0}$	L pour $q = 0^{\circ}10$	$2\tau'q$
Maury	Dr. Cat.							
I—III	B	ϵ Orionis	32	0°0055	0°014	0°0033	51	0.8
IV—V	B—A	γ Orionis	45	0.013	0.036	0.0086	7.7	0.7
VI—VIII	A	Sirius	87	0.040	0.063	0.015	2.5	1.3
IX—XI	F	Procyon	86	0.101	0.141	0.034	0.50	1.4
XIII—XIV	G	Capella	39	0.182	0.224	0.073	0.20	1.6
XV	K	Arcturus	101	0.120	0.096	0.023	1.1	2.5
XVI—XX	M	Betelgeuze	61	0.050	0.061	0.015	2.7	1.6

liquéfacteur. 6. Le siphonnement de l'hydrogène liquide et la manière de démontrer l'hydrogène liquide et solide. 7. Transport au cryostat, fermeture du cycle. XI. La purification de l'hydrogène du cycle. XII. Le cryostat particulier pour les températures de —252° à —269°. 1. Principe. 2. Description. 3. Remarques sur la manière de mesurer avec le cryostat. XIII. Préparation d'air liquide à l'aide du procédé à cascades. 1. La méthode régénératrice à cascade est propre au but. 2. Le liquéfacteur à air. 3. Améliorations. XIV. Purification de l'hydrogène à l'aide de la distillation. Pendant la communication, qui fait connaître les résultats importants d'un travail continu de plusieurs années, l'auteur montra à la Section des quantités assez considérables d'hydrogène et d'air liquides, qu'il décanta d'un

croisait avoir démontré la polarisation partielle des rayons émis par un tube Röntgen, en accord avec les prédictions de M. Blondlot. Dans ces expériences, Barkla examina les rayons secondaires émis par l'air ou par des matières solides comme le papier, l'aluminium, le cuivre, l'étain, en mesurant la vitesse de décharge d'électroscopes chargés; pour les rayons secondaires émis par l'air, le papier, l'aluminium, il trouvait des actions maximum et minimum en deux directions, perpendiculaires l'une à l'autre et à la direction des rayons primaires incidents, dont la différence se montait à 20 %. L'auteur s'est occupé de la même question de la manière suivante : Soit S_1 (fig. 1) la paroi de devant d'une boîte en plomb, portant le tube Röntgen, S_2 et S_3 deux plaques épaisses en laiton,

fixées sur une poutre de fer, portant au milieu des ouvertures de 12 millimètres. Soit A un cylindre métallique, fixé à S_1 , dans lequel se meut un tube de cuivre bien centré B, muni de deux anneaux R_1 , R_2 et d'un couvercle en ébonite E portant la baguette de charbon C d'une longueur de 6 centimètres et d'un diamètre de 14 millimètres, terminée en pointe. L'ouverture en S_2 est couverte par un disque de papier noir; la paroi de derrière du cylindre A est formée par un couvercle métallique démontable D. Les dimensions ont été choisies de manière que la limite du faisceau de rayons

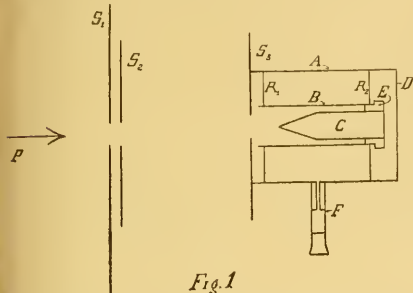


Fig. 1

Fig. 1. — Appareil pour l'étude de la polarisation des rayons Röntgen. — S_1 , paroi d'une boîte en plomb; S_2 , S_3 , écrans; A, cylindre métallique; B, tube de cuivre; C, baguette de charbon; D, couvercle métallique; E, couvercle d'ébonite; R_1 , R_2 , anneaux.

Röntgen transmis par les ouvertures en S_1 , S_2 , S_3 tombe entre la surface extérieure de la baguette de charbon et la surface intérieure du tube B; ainsi une pellicule photographique fixée contre la surface intérieure de B est à l'abri des rayons Röntgen directs. Cet instrument permet de s'assurer que le faisceau de rayons est coaxial au cylindre B, et, dans ce cas de marche symétrique, les deux maxima et minima ne se présentent jamais. Seule une installation asymétrique engendre un seul maximum. Donc l'auteur conclut : 1° Que les

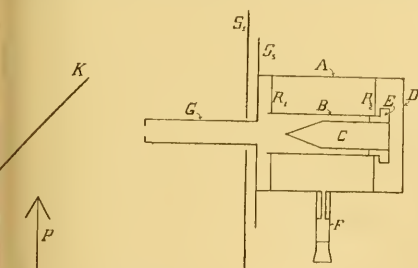


Fig. 2

Fig. 2. — Autre dispositif pour l'étude de la polarisation des rayons Röntgen. — K, plaque de charbon; G, tube; les autres lettres comme dans la figure 1.

rayons Röntgen ne sont polarisés qu'à un degré minime; 2° Que probablement les deux maxima et minima de Barkla sont dus à une marche asymétrique des rayons. Ensuite, M. Haga répéta les nouvelles expériences de Barkla (*Proc. Royal Soc. of London*, série A, t. LXXVII, 247, 1906) avec le même appareil. Les rayons Röntgen tombent dans la direction de la flèche P (fig. 2) sur une plaque de charbon K de 12 millimètres d'épaisseur; les rayons secondaires émis par cette plaque passent à travers le tube G fixé sur S_2 , portant au côté

de devant une plaque de cuivre avec une ouverture de 5 millimètres. Des écrans en plomb protègent ce tube contre l'action directe des rayons primaires. En trente heures, l'auteur obtint une photographie montrant deux maxima et deux minima très distincts, dont la

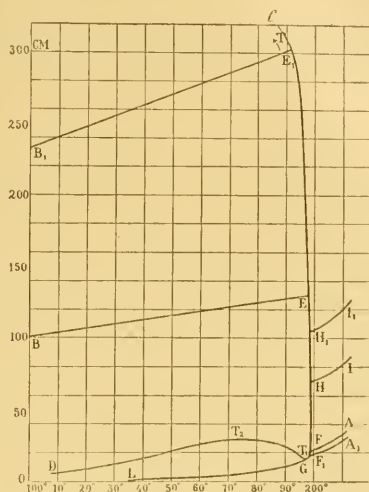


Fig. 3. — Lignes à trois phases de l'alcoolate de chloral.

position par rapport au plan passant par l'axe de l'instrument, normal à la plaque de charbon, démontrait qu'ils étaient dus aux rayons tertiaires émis par la surface conique de la baguette de charbon. Par cette expérience, les résultats obtenus par Barkla à l'aide d'électroscopes chargés sont vérifiés par la photographie. De plus, elle démontre en même temps que les vibrations des rayons Röntgen sont transversales. — M. H. W.

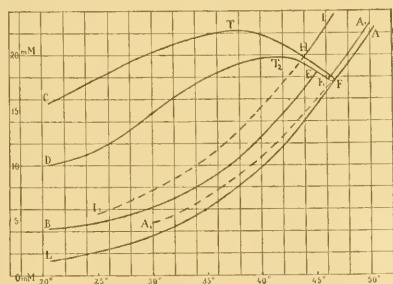


Fig. 4. — Lignes à trois phases du chlorhydrate d'aniline.

Bakhuys Roozeboom : Les lignes à trois phases de l'alcoolate de chloral et du chlorhydrate d'aniline. Les résultats communiqués par l'auteur ont été obtenus par M. Léopold. Dans le premier système, la ligne à trois phases présente la forme CFD (fig. 3); T et T_2 sont les maxima de la pression de solutions à surabondance d'alcool ou de chloral, le minimum intermédiaire T_1 se trouvant à la proximité du point de fusion F. Dans le second (fig. 4), le maximum T correspondant à la surabondance de HCl surpasse 300 centimètres. — M. P. van Romburgh : Sur le triformate de glycérile. — M. van Romburgh, au nom de M. W. van Dorssen :

Sur quelques matières dérivées du 4:3:5-hexatriène.
 3^e SCIENCES NATURELLES. — M. J. W. Moll présente, au nom de M^{me} M. Nieuwenhuis née von Uexküll Guldenband : Les conséquences invisibles de l'excrétion de sucre de quelques plantes myrmécophiles. Résultats obtenus en 1901 pendant un séjour de huit mois à Buitenzorg (île de Java), portant sur 70 espèces. — Rapport de MM. Weber, Wind et van der Stok sur une circulaire du Directeur du Musée océanique à Monaco. P. H. SCHOUTE.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mai, Juin et Juillet 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. V. Volterra ajoute d'autres observations et d'autres considérations mathématiques à ses précédents travaux sur les distorsions des solides élastiques. — M. S. Pincherle : Sur la singularité d'une fonction qui dépend de deux fonctions données. — M. E. Pascal transmet ses observations sur les symboles à quatre indices, dits de Riemann, qui ont tant d'importance dans la théorie des formes différentielles quadratiques et dans le calcul différentiel absolu. — M. E. Bortolotti : Sur les transformations qui laissent invariante la fréquence d'ensembles linéaires. — Sur une recherche de limite. — M. M. Pannelli : Sur les invariants d'une variété algébrique à trois dimensions, en considération des transformations birationnelles. — M. E. E. Levi répond à des observations faites par M. Lauricella sur un théorème de Poincaré relatif aux équations de la Physique mathématique. — M. B. Levi reprend son étude des relations entre le comportement des fonctions dérivées et celui de leurs fonctions primitives. — M. H. Lebesgue répond aux objections et aux critiques faites par M. Levi à ses leçons sur l'intégration. — M. N. Nielsen : Sur quelques propriétés nouvelles de fonctions cylindriques. — M. G. Almansi examine si le principe des travaux virtuels, comme condition nécessaire et suffisante pour l'équilibre, ne peut s'appliquer aux systèmes de corps entre les surfaces desquels se produit un frottement. — M. G. Lauricella démontre que la méthode de Fredholm pour la résolution du problème de Dirichlet, et celle aussi donnée par lui-même pour l'intégration des équations de l'isotropie élastique, convenablement appliquées, peuvent servir dans le cas des champs infinis.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. Righi décrit et analyse quelques cas, en apparence paradoxaux, de la transmission d'électricité à travers un gaz. — M. A. Battelli s'occupe, dans deux notes, de la résistance électrique des solénoïdes par effet de courants à haute fréquence. — MM. A. Battelli et L. Magri ont continué leurs recherches sur la décharge oscillatoire dans les fils de fer, lorsque, dans le champ magnétique rapidement alternatif engendré par la décharge, se trouve précisément du fer susceptible de se magnétiser. — MM. A. Blanc et O. Angelucci ont réussi à séparer des sels de thorium contenus dans les sédiments de la source thermale d'Echaillon, un élément très actif, le radiothorium, dont ces sédiments contiennent seulement des traces. — M. L. Tiéri s'occupe encore de la sensibilité du détecteur magnéto-élastique comme révélateur des ondes hertziennes, et il en étudie le cycle d'hystérèse. — M. R. Arnó poursuit ses recherches sur la variation de l'hystérèse des corps magnétiques dans des champs Ferraris sous l'action de courants continus, interrompus et alternatifs, et d'ondes hertziennes. — M. A. Artom résume toutes ses découvertes sur un nouveau système de télégraphie sans fil, à l'aide de documents officiels. — M. F. Piola décrit une disposition pour étudier l'hystérèse magnétique sous l'action de champs magnétiques oscillatoires, et donne les résultats qu'il a obtenus avec cette disposition. — MM. F. Piola et L. Tiéri étudient les variations magnétiques produites dans le fer par la torsion. — MM. A. Pochettino et G. C. Trabacchi ont préparé des piles spéciales au sélénium, qui pré-

sentent des anomalies intéressantes pour la lumière, anomalies dont les auteurs donnent notice. — M. G. Korner a entrepris de nouvelles recherches sur les substances dites aromatiques à six atomes de carbone. — M. G. Pellini apporte une contribution à l'étude de l'isomorphisme entre le tellure et le sélénium. — MM. G. Bruni et A. Contardi s'occupent des réactions de double décomposition qui se produisent entre les alcools et les éthers composés. — MM. O. Carrasco et M. Padova s'occupent de la formation et de la décomposition du noyau indolique à l'aide de l'action catalytique du nickel. — M. A. Manelli expose ses recherches sur l'action du soufre sur les sels métalliques en solution aqueuse, qui démontrent qu'il se comporte comme réducteur. — MM. G. Mazzara et A. Borgo étudient l'action du chlorure de sulfure sur le pyrazol. — MM. A. Mazzucchielli et G. Barbero s'occupent du potentiel électrochimique de quelques peroxydes, et particulièrement de l'eau oxygénée. — MM. A. Angeli et G. Marchetti : Sur les azo-oxy-composés. — M. G. A. Barbieri s'occupe de quelques formes supérieures de combinaison de l'argent, et en particulier du peroxyde que l'on obtient par voie électrolytique. — M. G. Bargellini étudie l'action du chloroforme et de l'hydrate sodique sur les phénols en solution dans l'acétone. — M. E. Mameli : Sur la méthylèneperoxyacétène et quelques dérivés. — M. E. Puxeddu : Isomérisie dans la série des oxy-azo-composés. Sur le 3-azoisoengol. — M. E. Rimini : Sur les 3-nitroiso-apsols. — M. L. Vanzetti s'occupe de la décomposition électrolytique des acides organiques bicarboxyliques, et de l'acide adipique. — M. G. Ponzio décrit une nouvelle méthode pour la préparation des dinitrocarbures primaires. — M. F. Ranfaldi présente une étude cristallographique de quelques sels doubles de l'hydrazine.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. P. Vinassa de Regny critique un travail de M. Krause sur la question de l'existence du Culm dans la chaîne principale des Alpes Carniques, et reconnaît seulement admissible l'existence de schistes, arcaïques, etc., du Néo-carbonifère fossilifère qui passent sur le Dévonien et le Silurien. — M. A. Rosati donne une étude micrographique de quelques roches de la Ligurie occidentale. — M. F. Zambonini fait quelques remarques sur la schéelle de Traversella. — M. E. Repossi donne la description de quelques minéraux qu'il a trouvés dans de petites lito-clases de la masse granitique du mont Avelé, près de Novate. — M. R. Perotti a étudié plusieurs échantillons de terrains italiens où il a trouvé, largement distribuée, une forme de *Nitrosomonas*, dont il décrit les caractères. — M. E. Pantanelli établit des recherches sur la proinertase et sur la réversibilité de l'invertase dans les Mucor. — M. V. Peglion signale et décrit les méfaits de la péronospore du chanvre dans les plantations de ce végétal. — M. N. Cerletti décrit les effets des injections de suc d'hypophyse sur l'accroissement somatique. — M. F. Silvestri donne une description détaillée du développement d'un hyménoptère parasite, *Ige-niopsis fuscicollis* Balm. Thoms. (Chalcididae). — M. C. Foà a repris les expériences de P. Bert sur l'action de l'oxygène et de l'acide carbonique comprimés sur le protoplasma vivant, étudiant l'action de ces gaz, et de l'hydrogène, jusqu'à la pression de cinq atmosphères, sur le développement des microorganismes. — M. B. Gosio a fait des expériences qui prouvent qu'il est possible d'accumuler dans les citrouilles, à l'aide d'arrosages convenables, une grande quantité d'arsenic : plus de 0,0041 % d'arsenic pur, métallique. Dans une autre note, M. Gosio décrit ses recherches sur la propriété que possèdent les moisissures de transformer les produits de la série grasse en ceux de la série aromatique, et parle des applications pratiques de ce phénomène.

ERNESTO MANCINI.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

P. Brouardel. — La Science médicale a perdu récemment, en la personne de P. Brouardel, mort à Paris à l'âge de soixante et onze ans, l'un des hommes qui l'ont le mieux servie et le plus honorée. Nous empruntons au discours prononcé par M. Guéniot à l'Académie de Médecine, à la suite des obsèques, quelques renseignements sur la vie et les travaux du défunt :

Nommé interne des Hôpitaux, le premier de la promotion, en 1839, Brouardel accédait d'un seul bond, en 1860, aux deux postes tant enviés de Médecin des Hôpitaux et d'Agrégé de la Faculté de Médecine. Mais il n'avait pas encore trouvé sa voie.

En 1878, avec sa nomination de Maître de conférences pratiques à la Morgue, il inaugure et marque le vrai sens de ses destinées. Les circonstances, la Faculté de Médecine et ses amis le pressent de s'engager résolument dans cette direction. Peu de temps après, en 1879, la mort de Tardieu lui livre, sans concurrence, la chaire de Médecine légale. Dès lors, toute son activité scientifique va se concentrer sur cette branche spéciale de la Médecine, ainsi que sur l'Hygiène, la Médecine publique et la Déontologie.

Son premier soin est de réorganiser la Morgue sur un plan inédit qui touche à la perfection. Grâce à son intelligente initiative, grâce à son zèle et à son dévouement, une Ecole pratique de Médecine légale y est constituée sur des bases si bien comprises que, nulle part, il n'existe d'institution comparable.

Comme expert devant les tribunaux, Brouardel fait rapidement prévaloir le principe de ne jamais rien affirmer que l'on ne puisse prouver; il montre qu'à cette règle absolue on doit sacrifier toute vue personnelle ou hypothétique. Pas d'affirmations sans l'appui d'une preuve préemptoire. Les magistrats font à cette pratique le meilleur accueil, et le crédit de l'expert s'en trouve singulièrement fortifié.

Les Notes, expertises ou Mémoires qu'il a publiés en matière de Médecine légale ou d'Hygiène publique sont en nombre trop considérable pour trouver toutes place ici. Signalons, dans le premier groupe, des recherches sur les asphyxies par les gaz, les intoxications par l'arsenic, le phosphore, le cuivre, etc., les empoisonne-

ments criminels et accidentels, la mort et la mort subite, le mariage, l'avortement, les blessures et accidents du travail, et, dans le second, des études sur les épidémies de choléra, de variole, de suette, de trichinose, etc., des communications sur la protection de l'enfance, le surmenage intellectuel, l'hygiène des ouvriers employés dans les fabriques d'allumettes, l'assainissement des villes, les falsifications des denrées alimentaires, etc.

La Déontologie médicale est aussi une branche de la science professionnelle qui a reçu de Brouardel de précieuses clartés. Le secret médical, la responsabilité médicale, l'exercice de la médecine et le charlatanisme, la profession médicale au commencement du ^{xx}e siècle, sont autant de sujets qu'il a su traiter avec une grande autorité.

Mais, pour apprécier l'immense labeur du défunt, il faut aussi le suivre dans les Académies et les nombreuses Sociétés dont il faisait partie. C'est en décembre 1880 qu'il entra à l'Académie de Médecine et, depuis lors, il en fut toujours un des membres les plus actifs, soit par ses communications et ses rapports, soit par ses travaux dans les Commissions et sa fréquente intervention dans les discussions. Son influence s'exerçait avec la même autorité au Conseil supérieur d'Hygiène publique, dont il resta le président pendant de longues années, et à la Société de Médecine légale, dont il était l'âme. En février 1892, l'Académie des Sciences lui avait ouvert ses rangs, au titre de membre libre.

Lors de la discussion du projet de loi sur la santé publique, il en avait soutenu les dispositions devant les Chambres en qualité de commissaire du Gouvernement.

De nombreuses et importantes Missions, pour étudier et combattre les épidémies, lui furent également confiées, et c'est comme délégué de la France qu'il prit une part prépondérante dans les deux Conférences sanitaires internationales de Rome, en 1885, et de Venise, en 1892. Là, s'appuyant sur les découvertes de Pasteur, il obtint que les pratiques de la désinfection, suivant la méthode française, fussent substituées aux antiques rigueurs des quarantaines.

A la mort de Béclard, en février 1887, Brouardel lui

avait succédé dans les fonctions de doyen de la Faculté de Médecine. Il s'y montra administrateur habile autant que dévoué. Sa note caractéristique fut la bienveillance et l'affabilité. En toute occasion, il s'efforça de prévenir les conflits et de favoriser l'union. Aussi sut-il se faire aimer des élèves comme de ses collègues. Pendant près de quinze ans, il s'acquitta allègrement des devoirs de cette charge.

Par le haut mérite de sa personnalité et par le rôle prépondérant qu'il a joué dans les choses de sa profession, Brouardel restera, parmi les grandes figures médicales, comme l'une des plus marquantes de notre époque.

La *Revue générale des Sciences* doit un particulier hommage à sa mémoire : Brouardel avait accepté de faire partie du Comité de Patronage des Croisières que la *Revue* organise régulièrement depuis dix ans pour faire connaître à nos compatriotes les pays étrangers. Il s'intéressait passionnément à cette œuvre. C'est sur ses indications qu'ont été prises, à bord d'*Il-de-France*, les dispositions concernant l'hygiène des passagers. Chaque fois que la *Revue* a eu à préparer une croisière à destination d'un pays lointain, c'est à Brouardel qu'elle s'est adressée pour assurer aux touristes le bénéfice des mesures sanitaires les plus efficaces. Il en a été ainsi, notamment, lors du voyage de la *Revue générale des Sciences* dans les régions paludéennes du Caucase.

§ 2. — Astronomie

Classification des étoiles par leur température. — Dès 1873, Sir N. Lockyer commençait ses recherches sur la classification des étoiles d'après leur température et, à la suite de la découverte des sources terrestres de l'hélium, ces recherches étaient susceptibles de prendre une plus grande extension. Le développement inégal des spectres vers l'ultraviolet servit de base à la classification provisoire proposée en 1902, et les étoiles utilisées furent réparties en 16 groupes : le spectre simplifié de l'hydrogène correspondant aux plus hautes températures, et les spectres de bandes aux plus basses. Cette classification, d'ailleurs, acquiert une valeur supplémentaire de ce fait qu'il y a concordance entre ce critérium et celui que l'on peut également choisir, suivant l'ordre dans lequel apparaissent les lignes de certains éléments.

L'un des résultats a été combattu par Sir W. Huggins ; mais les récentes recherches de Sir N. Lockyer le confirment dans son opinion primitive, à savoir que les étoiles du type solaire sont moins chaudes que les étoiles blanches.

Instabilité du mouvement des comètes. — Depuis l'apparition célèbre de la comète de Lexell, les questions sur la capture des comètes et sur leurs grandes perturbations ont été traitées à différentes reprises par plusieurs savants : c'est ainsi que l'on connaît déjà un assez grand nombre de cas où l'orbite d'une comète a été complètement changée par l'attraction de Jupiter. Il semblerait donc que, souvent, le mouvement d'une comète soit instable ; mais, d'un autre côté, étant donné le grand nombre des comètes périodiques, on est tenté de croire que, dans certaines conditions, leur mouvement est stable.

D'autre part, introduite dans l'Analyse par M. Poincaré, la théorie des invariants intégraux donne le moyen de traiter d'une manière rigoureuse la question de la stabilité d'une comète qui, ayant une masse infinitésimale petite, se meut dans un système de deux corps dont les masses sont arbitraires.

C'est ainsi que M. H. von Zeipel aborde la question dans un très intéressant Mémoire¹ : il s'agit de recherches et de développements très théoriques, dans le détail desquels nous ne saurions entrer ici, mais où

l'appareil analytique est manié d'une façon élégante et délicate. Se préoccupant de la stabilité des orbites, l'auteur démontre que, si une comète était hyperbolique pour $t = -\infty$, il y a les plus grandes probabilités pour qu'elle le soit encore pour $t = +\infty$; si le mouvement relatif des deux masses est circulaire, la comète capturée finit généralement par être rejetée à l'infini ; s'il est elliptique, la même capture n'est pas stable.

M. H. von Zeipel était déjà connu par d'importantes recherches où non le problème de l'origine des comètes, extérieures ou mais en un système solaire, est un des plus controversés à l'heure présente, et l'auteur y apporte une heureuse et fine contribution.

§ 3. — Physique du Globe

Influence du Soleil sur les volcans. Les éruptions colorées. — Dans l'*Osnabrücker Zeitung*, M. Grigull, astronome à l'Observatoire d'Osnabrück, cherche à prouver l'existence d'une corrélation entre les manifestations volcaniques et sismiques, d'une part, et le phénomène des taches solaires, d'autre part. On peut mettre en parallèle, certainement, les dates des éruptions volcaniques mémorables ou des tremblements de terre violents avec celles des maxima les plus voisins pour les taches solaires ; mais, déjà, pour la terrible catastrophe du Mont Pelé à la Martinique, aussi bien que pour le tremblement de terre qui détruisit Lisbonne en 1755, la corrélation est beaucoup plus lointaine. Puis les études relatives au Soleil sont trop récentes, les périodicités sont assez mal définies, et si l'on veut remonter le cours des événements historiques, on risque fort d'attribuer à un maximum un phénomène qui se produisit, précisément, lors d'un minimum.

Certainement, la question est à l'ordre du jour, et assez captivante, de rechercher les relations qui peuvent exister entre l'activité du Soleil et celle même de notre globe ; mais nous ne pouvons guère songer, à l'heure actuelle, qu'à l'accumulation de documents et à une comparaison prudente, comme le montrait dernièrement M. Lagrange dans une conférence devant la Société belge d'Astronomie ; les conclusions de M. Grigull, présentement, paraissent pour le moins hasardées.

Mais, du moins, les volcans, par la présence d'une atmosphère de poussières très divisées à l'état solide, peuvent transformer d'une manière caractéristique le phénomène du crépuscule, déjà si remarquable en temps ordinaire par son caractère coloré. La théorie de ces phénomènes optiques se rattache intimement à celle de la diffraction et, à l'occasion des crépuscules colorés de 1883 (éruption du Krakatau), le Professeur KieSSLING put même parvenir à en opérer la reproduction artificielle ; ses observations crépusculaires et le mémoire de Physique correspondant furent alors consignés dans un ouvrage remarquable².

M. Arthur Stentzel s'est également attaché, depuis de longues années, à l'étude des crépuscules colorés, et il publie³, à cet égard, des statistiques détaillées, avec toutes les conditions d'observation, qui constituent des documents scientifiques précieux et suggestifs.

§ 4. — Physique

Sur la possibilité de remplacer la boussole magnétique par une boussole de rotation. — La tendance à s'orienter en direction nord-sud que possède l'axe d'une boussole astreint à se mouvoir dans un plan horizontal, tendance qui permet son emploi comme « boussole de rotation », a été signalée pour la première fois, en 1833, par Léon Foucault. Les tentatives ultérieurement faites pour réaliser un dispositif permettant l'emploi pratique de ce nouveau genre

¹ KIESSLING : *Dämmerungs-Untersuchungen*, 1888.

² Voir *Naturwissenschaftliche Wochenschrift* et *Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, t. XI, n° 8, 1906.

³ *Bulletin astronomique* (t. XXII, p. 449).

de boussole n'ont pas, paraît-il, abouti à un résultat satisfaisant.

Par suite des déformations que subit le champ magnétique terrestre sous l'influence du blindage des navires, les marines des différents pays viennent de reprendre ce problème. M. O. Martienssen¹ a été chargé par la maison Siemens et Halske d'étudier la construction d'une boussole de rotation, sur la base des premiers essais de ce genre entrepris, il y a environ dix ans, par M. Werner von Siemens. Voici la description du modèle employé par l'auteur :

La rose de la boussole B flotte (fig. 1), de façon à reposer avec une pression de quelques grammes sur le palier en pierre C, dans le vase A rempli de pétrole. Cette rose consiste en un vase imperméable à l'air, à

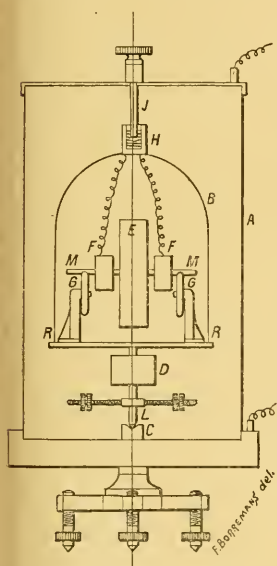


Fig. 1. — Boussole de rotation. —

A, vase rempli de pétrole; B, rose de la boussole; C, palier en pierre; D, poids; E, corps de rotation; F, F, électromoteurs; G, G, roues à friction; H, vase à mercure; J, conducteur; L, pivot; R, R, cercle gradué.

même temps que son support autour d'un axe sensiblement vertical.

Après avoir donné la théorie de l'appareil, l'auteur décrit la première série d'expériences, au cours de laquelle la force directrice de la rose de boussole s'est trouvée être très faible. Après avoir augmenté la stabilité de la rose en disposant des paliers aussi à son bout supérieur, il réussit cependant à accroître fortement cette force directrice. Cette dernière peut même être rendue considérablement plus grande que celle d'une boussole magnétique. Aussi l'auteur n'hésite-t-il pas à déclarer qu'une boussole de rotation est bien faite pour remplacer la boussole magnétique. Il est vrai de dire qu'à bord d'un vaisseau les phénomènes, compliqués par les mouvements propres du bâtiment, sont loin de présenter la même simplicité; il se produit alors des perturbations si importantes qu'on ne peut s'attendre à des indications correctes de la boussole que dans des

conditions spéciales, à moins qu'on ne choisisse une suspension à la Cardan à axe fixe. Toutes les variations de la vitesse du navire se traduiraient, cependant, encore par une déviation par rapport à la verticale, déviation qui, toutefois, restera minime tant que l'accélération du navire se maintiendra constante. Pour réduire autant que possible ces perturbations, il faudrait accroître dans une grande mesure la durée d'oscillation du gyroscope; mais, dans ces conditions, il devient probablement impossible d'employer la boussole pour la commande du timon.

§ 5. — Chimie industrielle

La machine à inoculer les vins de Champagne de E. Bourgeois. — Une difficulté mécanique des plus originales vient d'être élégamment résolue dans l'industrie des vins mousseux de la Champagne. Il s'agissait d'introduire, au travers du bouchon, dans les bouteilles ayant pris mousse, c'est-à-dire à une moyenne de 5 à 6 kilos de pression de gaz carbonique, des liquides tels que : solutions de tannin, alcool, ferments, réactifs divers, ou encore de remplacer tel volume de vin par un égal volume d'un autre vin ou d'un liquide étranger, et cela, sans qu'aucune déperdition de gaz ni de liquide, même minime, ne vint amener la perte de la bouteille elle-même. La méthode due à M. E. Bourgeois, extrêmement intéressante, ouvre à l'œnologie champenoise des horizons absolument nouveaux; c'est la première fois qu'il est permis de toucher au vin après la fermentation en bouteilles (vins sur lattes, suivant l'expression du métier). Autrefois, la seconde fermentation terminée, il fallait irrémédiablement en accepter les résultats bons ou mauvais, et l'on récoltait trop souvent le fruit du hasard.

Le problème vient d'être résolu avec élégance et simplicité, et l'on peut voir fonctionner l'ingénieuse machine à Epernay, chez l'auteur, qui a consacré à sa réalisation définitive de nombreuses années. Le liège du bouchon, débarrassé sur un point des portions superficielles altérées pouvant souiller le liquide, est perforé par une longue aiguille creuse, par où arrive l'injection sous pression notablement supérieure à celle qui existe à l'intérieur du flacon, et en quantité exactement mesurée (1 à 2 centimètres cubes). Le trou résultant de la piqure est immédiatement obturé par un petit fausset en bois dur paraffiné qui en assure l'étanchéité. Depuis de longs mois déjà, des bouteilles ayant subi jusqu'à trois de ces inoculations n'ont pas perdu la moindre trace de liquide. On remarque que les précipités, obtenus ainsi sous pression, sont infiniment plus rapides et plus complets que sous la pression ordinaire; les précipités plus ou moins colloïdes et de mauvais aloi (barres, masques), s'attachant opiniâtrement aux parois des bouteilles, vont être modifiés avantageusement; le ferment nocif de la graisse des vins est désormais accessible, dans sa manifestation la plus maligne.

§ 6. — Sciences médicales

La contagiosité de la scarlatine et sa prophylaxie. — Il est classique de dire que la scarlatine est surtout contagieuse à la période de desquamation. M. le Dr Boisson, de Lyon, s'élève contre cette manière de voir¹. Il a observé, en effet, une épidémie de scarlatine chez les élèves de l'Ecole de Santé militaire; dans 9 cas, l'origine du contagion put être établie; sur ce nombre, 6 furent contaminés par un scarlatineux à la période d'invasion, 2 par un sujet à la période d'éruption, 1 seulement par un convalescent. La scarlatine paraît donc contagieuse dès le début, et l'on voit l'importance que prend, de ce fait, l'antisepsie rigoureuse du bucco-pharynx, car l'angine est la règle au début de cette

¹ *Physikalische Zeitschrift*, n° 13, 1906.

² *Annales d'Hygiène Publique et de Médecine légale*, 1906, n° 3.

affection : toutefois, il ne faut pas abandonner les mesures qui seules ont été appliquées jusqu'ici, à savoir l'isolement des malades et la désinfection des locaux, qui ont déjà donné de très bons résultats.

Crises oculaires et syndrome pseudo-basedowien dans l'ataxie locomotrice. — A la séance du 5 avril de la *Société de Neurologie de Paris*, M. Lad. Haskovec, de Prague, a communiqué l'histoire d'un homme de trente-sept ans atteint d'une ataxie locomotrice avancée (piéd bot tabétique, crises gastriques, douleurs en ceinture, atrophie du nerf optique, perte des réflexes, hyperesthésie des extrémités inférieures, inégalité pupillaire, pupilles rigides, etc.), qui présentait, en outre, une exophtalmie bilatérale. Il racontait qu'il avait beaucoup souffert dès le commencement de sa maladie de crises douloureuses dans l'œil gauche, lesquelles s'accompagnaient d'un larmoiement intense. M. Haskovec considère les crises oculaires de ce genre comme un symptôme concomitant de l'ataxie locomotrice; ces crises dépendent d'une lésion du sympathique, soit dans son trajet périphérique, soit dans son trajet intra-médullaire.

Ce cas est surtout intéressant par la présence de symptômes appartenant à la maladie de Basedow au cours d'un tabes confirmé. Cependant, l'auteur ne croit pas qu'il s'agisse ici d'une combinaison de la maladie de Basedow avec le tabes; en effet, on n'observe ni le goitre, ni la tachycardie, ces deux autres termes de la triade symptomatologique du goitre exophtalmique. A son avis, il s'agit seulement d'un syndrome pseudo-basedowien, dépendant d'une lésion sympathique propre au processus pathologique du tabes lui-même. Il croit qu'un certain nombre de cas décrits comme des combinaisons de la maladie de Basedow avec le tabes ne représentent qu'un syndrome *pseudo-basedowien*.

L'observation de pareils faits a amené l'auteur à une considération d'ordre plus général : il se croit autorisé à distinguer une maladie de Basedow d'origine nerveuse, où les *lésions nerveuses sont primaires*, et une autre maladie de Basedow d'origine toxique, où les lésions de la glande thyroïde sont primitives. Il y a lieu de remarquer aussi que beaucoup de syndromes pseudo-basedowiens avec exophtalmie ne sont point comparables aux formes frustes de la maladie de Basedow avec tachycardie, mais sans exophtalmie.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le Réveil économique de la Chine et les chemins de fer. — Le régime de la porte ouverte fut longtemps, en Chine, un mot vide de sens; il devient aujourd'hui, et de plus en plus, une réalité. A chaque soubresaut de ce grand corps amorphe, insurrection populaire ou guerre, la porte s'entr'ouvre davantage, les réformes pénètrent plus avant. Deux Missions impériales viennent d'être envoyées à l'étranger; les plus hautes situations sont confiées à des fonctionnaires chinois qui ont séjourné en Europe ou aux Etats-Unis; l'armée est de plus en plus équipée et exercée d'après les méthodes modernes; la presse se développe, tandis que la diffusion des nouvelles abat les cloisons étanches d'autrefois; l'éducation, enfin, s'étend et se transforme, témoin, en particulier, le succès de l'Ecole française de Médecine, fondée par le Dr Legendre, à Tchen-Tou, capitale du Sé-Tchouen.

Dans cette pénétration des idées nouvelles, peut-être aussi n'a-t-on pas suffisamment souligné la part qui revient à l'immigration, étant donné que le Chinois reste presque toujours dans son pays et souvent après fortune faite. C'est un commerçant-né, quels que soient ses débuts, il réussit habituellement à évoluer vers le

négoce et à en occuper les premières places : Singa-poor, Manille, Bangkok, Saïgon-Cholon, Georgetown, en offrent des milliers d'exemples. Aussi bien, le grand facteur de la rénovation sera-t-il, là encore, — comme chez les peuples endormis du Levant, — le réseau des voies ferrées. C'est également la grande question du sort de laquelle dépendent l'avenir politique et l'avenir économique du pays. Les immenses richesses minières ne pourront être mises en valeur que par ce moyen. Nous ne sommes encore qu'au début. Mieux vaut d'ailleurs ne pas brusquer le développement de cet outillage, si, comme le croient les hommes qui connaissent le mieux la Chine, la réforme doit être d'autant plus profitable qu'elle sera plus lentement progressive.

La première ligne remonte à 1876 : ce n'était qu'un court tronçon destiné à relier Schang-hai à l'avant-port de Wousong. Quinze ans plus tard, un ingénieur anglais construisait la ligne de Tien-Tsin à Chan-hai-Kouan, destinée à l'exploitation des houillères de Kaiping, que possédait Li-Hung-Tchang. Cette ligne fut d'abord prolongée de Tien-Tsin à Pékin, puis, après une très vive lutte d'influence entre l'Angleterre et la Russie, de Chan-hai-Kouan à New-Tchang, où elle se relie au Transmandchourien. En 1896, un syndicat franco-belge se forma en vue de la construction d'une ligne de Pékin à Han-Kéou; la concession fut autorisée à la date du 26 juin 1898 et les travaux commencèrent aussitôt, mais ils furent interrompus pendant la révolte des Boxers, puis retardés par les difficultés résultant de l'établissement du pont destiné à franchir le Hoang-ho. Cette ligne n'en a pas moins été inaugurée le 9 novembre 1903, et, dès les premiers jours, le trafic s'est rapidement élevé. Le temps est bien passé où les Chinois détruisaient le matériel du petit chemin de fer de Schang-hai à Wousong; ils semblent comprendre aujourd'hui les avantages du nouveau moyen de transport; l'évolution est indéniable. Elle ne s'arrête pas là, d'ailleurs. Les futurs chemins de fer seront construits par les Chinois eux-mêmes. La ligne ferrée de Han-Kéou à Canton, qui avait été concédée, en 1898, à une Société américaine, vient d'être reprise par le Gouvernement chinois, et tous les efforts possibles sont faits actuellement pour trouver dans le pays même les capitaux nécessaires.

D'un autre côté, l'Angleterre et la France cherchent à construire des voies de pénétration vers le Sé-Tchouen et le bassin du fleuve Bleu. Mais les facilités sont inégales. Les projets anglais se heurtent à des obstacles considérables, venant de la configuration du sol, tandis que le fleuve Rouge constitue, au profit de l'Indo-Chine française, la seule voie praticable; notre Tonkin se trouve ainsi, par sa position géographique, la tête de ligne la plus directe pour se rendre au cœur de la Chine. De là, l'importance de la prolongation de la ligne d'Ilanoi à Yunnan-Sen d'abord, jusqu'au Sé-Tchouen ensuite. Malgré des hésitations de tracé, les travaux continuent. L'importance de l'œuvre à réaliser mérite certainement tous nos efforts. L'Allemagne n'apporte pas moins d'ardeur à la construction de son chemin de fer de pénétration dans la riche province du Chan-Toung; le rail atteint déjà Tsinan-Fou.

Dans le développement futur du réseau chinois, on ne saurait oublier que l'un des courants commerciaux les plus intenses suit la vallée du Yang-tsé-Kiang; malgré l'excellente navigabilité du fleuve, une voie ferrée parallèle drainerait une grande partie du trafic. en empêchant la congestion si fréquente des transports fluviaux.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Institut commercial des jeunes filles de Fribourg (Suisse).

LE P. MARIN MERSENNE ET LA PESANTEUR DE L'AIR

SECONDE PARTIE : LE P. MERSENNE ET L'EXPÉRIENCE DU PUY-DE-DÔME

Dans une première partie¹, nous avons essayé de de montrer l'idée que le P. Mersenne se faisait du poids spécifique de l'air; nous allons maintenant marquer quelle part il a prise à la célèbre expérience du Puy-de-Dôme.

I. — LE P. MARIN MERSENNE ET L'EXPÉRIENCE DE TORRICELLI.

Ce n'est pas que le P. Marin Mersenne entrevit le moins du monde, avant Torricelli, le rôle qui devait être attribué à la pression exercée par l'air pesant.

Les vues émises, plusieurs années auparavant, par Jean Rey, par Beeckmann, par Baliani, par Descartes, semblent, au voisinage de l'année 1644, oubliées de tout le monde et, particulièrement, de Descartes.

Descartes n'invoque plus la pesanteur de l'air pour expliquer aucun phénomène d'Hydrostatique ou d'Hydrodynamique; l'impossibilité du vide, la forme cyclique de tous les mouvements qui se produisent dans la Nature, lui suffisent à écarter toutes les difficultés, à lever tous les doutes :

« Ce qui fait qu'un soufflet s'emplit d'air², lorsqu'on l'ouvre, c'est qu'en l'ouvrant on chasse l'air du lieu où entre le dessus du soufflet qu'on hausse, et que cet air ne trouve aucune place où aller en tout le reste du monde, sinon qu'il entre au-dedans de ce soufflet. Car, *ex suppositione*, il n'y a point de vuide pour recevoir cet air en aucun autre lieu du monde. »

L'écoulement de l'eau dans un siphon s'explique d'une manière semblable³ :

« Mais si vous demandez comment le mesme arrive dans un tuyau, il faut seulement considérer que, n'y ayant point de vuide, tous les mouvements sont circulaires, c'est-à-dire que, si un cors se meut, il entre en la place d'un autre, et cestui-cy en la place d'un autre, et ainsi de suite; en sorte que le dernier entre en la place du 1^{er}, et qu'il y a tout un cercle de cors qui se meut en mesme tems. Comme quand le tuyau ABC (fig. 1) est tout plein d'eau des deux costez, il est aysé à

entendre que ceste eau doit descendre par C. en considérant tout le cercle ABCD dont la partie ABC est composée d'eau, et l'autre CDA est composée d'air, et dont toutes les autres parties se meuvent ensemble. Car y ayant plus d'eau en la moitié de ce cercle BCD qu'en l'autre BAD, il doit tourner suyvnt l'ordre des lettres ABC, plustot que suyvnt l'ordre des lettres CBA, au moyen de quoy l'eau coule par C. Car chascue goutte de ceste eau, estant sortie du tuyau, descend tout droit vers E, et il va de l'air en sa place pour parfaire le cercle du mouvement, lequel air va dans la partie du tuyau AB. »

Ces idées, Mersenne les accepte entièrement; ce sont celles qu'il expose, lorsqu'en 1644 il veut expliquer⁴ le fonctionnement de la pompe aspirante selon les principes de l'« illustris vir » qu'est son ami Descartes. Il ajoute que « celui qui aura bien compris cette doctrine résoudra sans peine bon nombre de problèmes qui sembleraient fort difficiles par ailleurs. »

Or, le 11 juin 1644, Evangelista Torricelli écrit à Ricci⁵ pour lui conter la curieuse expérience qu'il venait de réaliser avec un tube rempli de vif-argent. Tout de suite, il explique cette expérience comme Baliani expliquait l'ascension de l'eau dans une pompe aspirante : « On peut supposer que la force qui empêche le vif-argent de tomber, en dépit de sa nature, a son siège à l'intérieur du vase, soit qu'elle provienne du vide, soit qu'elle ait pour cause quelque matière extrêmement raréfiée. Mais je prétends que cette force est extérieure et qu'elle vient du dehors. Sur la surface du liquide contenu dans la cuvette pèse une colonne d'air haute de cinquante milles. Ce n'est donc point merveille si le vif-argent... entre dans le tube de verre et s'y élève jusqu'à faire équilibre à la gravité de l'air extérieur qui le pousse. En un vase semblable, mais beaucoup plus long, l'eau montera à peu près à dix-huit brasses; elle s'élè-



Fig. 1.

¹ Voir la *Revue* du 15 septembre 1906, t. XVII, p. 769.

² DESCARTES : *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, t. III, *Correspondance*, n° CCXCIII : Descartes à Mersenne, 2 février 1643; p. 613.

³ DESCARTES : *Œuvres*, publiées par Ch. Adam et Paul Tannery, t. III, *Correspondance*, n° CCXCVI : Descartes à Mersenne, 23 février 1643; p. 632.

⁴ F. MARINI MERSENNE *Minimi Cogitata physico-mathematica*; De hydro-pneumaticis phenomenis, Prop. XXXVII, p. 166.

⁵ EVANGELISTA TORRICELLI : *Esperienza dell' Argento vivo*. (Neudrucke von Schriften und Karten über Meteorologie und Erdmagnetismus, herausgegeben von Professor Dr G. Hellmann, n° 7, Berlin, 1897.)

vera plus haut que le vif-argent dans le rapport où le vif-argent est plus lourd que l'eau, afin de faire équilibre à la même cause qui pousse également l'eau et le vif-argent. »

En des tubes où la chambre barométrique a des dimensions différentes, le mercure s'élève toujours à la même hauteur; cela montre bien que la force qui le tient suspendu n'a pas son origine à l'intérieur du tube; car la chambre barométrique la plus grande contiendrait une plus grande quantité de matière raréfiée, ou bien encore cette matière y atteindrait un plus haut degré de raréfaction; elle devrait donc exercer une plus forte attraction et soulever davantage le vif-argent.

Michel-Ange Ricci ne garda pas pour lui la nouvelle de cette surprenante découverte; il se hâta de la mander à Mersenne; en cette même année 1644, le Minime fit un voyage en Italie; il en profita pour voir Torricelli à Florence et pour se faire montrer l'expérience du vif-argent; à son retour, il s'empressa de la publier auprès de tous les savants français et étrangers avec lesquels il avait commerce; et bientôt physiciens, géomètres et philosophes ne s'occupèrent plus que de l'expérience d'Italie.

Les hypothèses les plus diverses étaient passionnément agitées. La chambre barométrique était-elle vide, de ce vide que l'École péripatéticienne s'accordait unanimement à déclarer impossible? N'était-elle pas remplie d'éther, de cette matière subtile que Descartes mettait partout? Plus simplement, ne renfermait-elle pas de l'air ou des vapeurs d'une extrême raréfaction?

De quelle nature était cette force qui tenait le mercure soulevé au-dessus de son niveau naturel? Torricelli et Baliani l'identifiaient à la pression exercée par l'air pesant; mais les disciples fidèles de Galilée y voyaient la répugnance de la Nature pour le vide; Roberval, qui ébauchait un système d'attraction universelle, rapprochait des phénomènes capillaires la suspension du vif-argent dans le tube et l'attribuait à une attraction entre ces deux corps; d'autres encore pensaient que la matière raréfiée dont la chambre barométrique était pleine, cherchant à reprendre son volume naturel, entraînait le mercure.

Pour se guider au travers d'un semblable dédale, pour éviter toute erreur, pour marcher d'un pas assuré vers la vérité, il faut user des plus minutieuses précautions.

On cite une foule d'expériences; des unes on affirme qu'elles ont été faites et qu'elles ont donné tel résultat; des autres, on annonce seulement qu'elles réussirent et produiront les effets que l'on en attend. Celles mêmes qui ont été réalisées ne se montrent pas toujours pareilles aux yeux des

divers observateurs. Ces expériences, il importe de les reprendre avec une minutieuse précision; de fixer très exactement les conditions qui assurent le succès de chacune d'elles, afin qu'il soit loisible à chacun de la répéter, d'en varier les circonstances, en notant celles qui influent sur le résultat et celles dont les modifications ne le changent pas.

Ces expériences, chacun se hâte d'en tirer des conséquences, de les invoquer en faveur de la doctrine qu'il admet, de les opposer à l'opinion qu'il combat; et il se trouve parfois qu'un même fait est cité tour à tour pour ou contre une même théorie. Il importe que chaque observation soit soumise à une analyse logique très rigoureuse; qu'un départ exact distingue les propositions dont elle prouve l'exactitude, celles qu'elle condamne, celles enfin à l'égard desquelles elle ne peut rien.

Lorsque leurs conséquences ont été de la sorte passées au crible, les expériences déjà faites ne suffisent pas à assurer le triomphe de l'une des théories en présence en condamnant irrévocablement toutes les autres; entre deux ou plusieurs de ces théories, il est encore permis d'hésiter. Il faut s'ingénier alors à de nouvelles expériences qui jugent sans appel les procès demeurés pendants et qui dissipent les derniers doutes.

Suivre une pareille méthode, jusqu'au bout et sans défaillance, n'est point chose aisée; il y faut une trempe d'esprit peu commune. Un sens critique très linement aiguisé est requis de celui qui prétend avancer par cette voie; mais il ne suffit point; il y faut joindre encore une abnégation capable d'imposer silence aux soucis de l'amour-propre; car celui qui marche avec cette prudence progresse lentement; tandis qu'il assure chacun de ses pas, il risque de voir un coureur aventureux, mais heureux, lui passer devant et atteindre le premier au but où tendent ses efforts. Aussi compterait-on sans peine, au cours de l'histoire de la Science, ceux qui ont su suivre cette méthode expérimentale rigoureuse.

Or, à l'époque qui nous occupe, il est un homme capable d'en accomplir les minutieuses prescriptions. Logicien d'une rare vigueur, doué d'un sens critique qui, peut-être, n'a jamais été égalé, il est plus capable que qui que ce soit au monde de soumettre une expérience à un rigoureux examen, d'en apprécier la portée avec une extrême justesse, d'en tenir la conclusion en suspens tant qu'elle n'aura pas été établie par une preuve irréfutable. Cet homme, c'est Blaise Pascal.

Le problème soulevé par l'expérience d'Italie était bien digne de tenter un tel esprit.

Prendre pour points de départ des faits très nettement constatés; par une déduction aux maillons solidement éprouvés, en conclure la nature de la force qui retient le vif-argent dans le tube de Tor-

ricelli; la nature de cette force une fois découverte, montrer comment elle explique sans peine tous les effets attribués à la mystérieuse horreur du vide; présenter enfin, dans toute son ampleur, la théorie de la pesanteur de la masse de l'air, tel est l'objet que Pascal propose, pendant plusieurs années, aux efforts de son génie.

A l'accomplissement d'une telle œuvre, il procède avec une méticuleuse prudence, avec un continuel souci de ne rien affirmer qui puisse encore prêter au doute ou à la contestation.

Que l'on relise le premier écrit que Pascal ait publié à ce sujet, ces *Nouvelles expériences touchant le vide*, qu'il nommait lui-même son *Abbrégé*¹. Il ne faut pas être grand clerc pour pressentir que l'auteur a des idées de derrière la tête et que ces idées sont précisément celles que Torricelli mandait à Ricci.

Pas plus que Torricelli, Pascal n'admet l'opinion de Galilée selon laquelle la suspension de l'eau en la pompe aspirante s'explique par une « *repugnanza al vacuo* »; pour rejeter cette opinion, Torricelli avait observé que le vif-argent montait à la même hauteur dans le tube, soit que l'espace vide fût grand ou qu'il fût petit; or, Pascal s'applique, en chacune de ses expériences, à reconnaître qu'un grand vide ne produit pas plus d'effet qu'un petit.

Si l'ascension du vif-argent dans le tube barométrique s'explique par la pression de l'air, l'eau, quatorze fois plus légère que le mercure, doit monter quatorze fois plus haut que ce métal; Torricelli s'était borné à prévoir ce fait; pour le constater, Pascal ne recule pas devant des expériences pénibles et coûteuses.

Enfin, si la pression de l'air est la véritable raison des effets attribués à l'horreur du vide, les lois de l'Hydrostatique veulent qu'un même liquide s'élève à la même hauteur dans un baromètre vertical et dans un baromètre incliné à l'horizon; Pascal met tous ses soins à soumettre cette loi à des épreuves variées.

Assurément, celui qui conçoit et réalise de telles expériences possède la clé qui en ouvre l'interprétation; il sait qu'en la théorie de Torricelli se trouve l'explication véritable des faits qu'il constate; s'il n'était Pascal, il donnerait tout aussitôt ces faits pour preuves très certaines de cette théorie.

Mais le sens critique de Pascal le met en garde contre cette hâtive conclusion: les *Nouvelles expériences touchant le vide* tendent toutes à favoriser la doctrine de Torricelli; mais il n'en est aucune qui condamne sans conteste la doctrine de Galilée, aucune qu'un disciple du Pisan ne puisse, avec quelque effort, revendiquer pour son parti. L'auteur

va donc laisser en suspens ce que la logique n'a point tranché; il exposera ses expériences sans en tirer, sur la nature de la force qui suspend le vif-argent dans le tube barométrique, des conclusions qu'elles ne suffisent pas à justifier. Son attention à ne rien affirmer qui ne soit très exactement prouvé est si grande, qu'il n'aura pas un mot à changer à son écrit lorsque l'expérience du Puy-de-Dôme aura donné gain de cause à la théorie de Torricelli; mais, si l'épreuve s'était prononcée en faveur de la doctrine de Galilée, Pascal aurait pu conserver l'exposé de ses *Nouvelles expériences* sans y apporter la moindre modification.

On trouverait difficilement un esprit qui fût, plus exactement que celui de Mersenne, le contrepied de l'esprit de Pascal. Mersenne n'est nullement un logicien: c'est un artiste; il cultive la poésie et s'adonne avec passion à la musique; le sens critique est assurément la faculté qui lui manque le plus; en revanche, sa curiosité, toujours en éveil, suffit à peine à alimenter une imagination exubérante, désordonnée, prompt à l'enthousiasme comme au découragement.

Toute découverte le ravit; si quelque expérience nouvelle lui est signalée, il n'a cesse qu'il n'en soit informé; en hâte, et par des moyens souvent bien grossiers, il tente de la reproduire; il n'y réussit pas toujours; de son succès ou de son échec, il s'empresse de tirer des conclusions, souvent ingénieuses, mais auxquelles il serait imprudent de se fier sans examen.

Quelles furent les fluctuations d'une pareille intelligence tandis que se discutait la question du vide, on le devine sans peine. Mersenne avait commerce avec tous ceux qui agitaient cette question; à peine un fait nouveau était-il découvert, que l'inventeur le lui mandait, en y joignant les commentaires qu'il se croyait en droit d'y rattacher; le Minime se trouvait ainsi sollicité tour à tour par tous les systèmes explicatifs que les physiiciens ébauchaient, trop bien informé pour ne pas apercevoir les difficultés auxquelles chacun d'eux se heurtait, mais trop peu perspicace pour discerner la vérité, pour s'y attacher avec fermeté et pour repousser résolument l'erreur.

Toutes les tendances qui agitaient alors la Physique entraînaient cet esprit curieux, cette imagination vive, cette raison indécise; et, toutes, elles laissaient leur trace dans le livre étrange qu'il rédigeait au jour le jour.

En ce livre, le dernier que le laborieux Minime ait composé¹, deux théories se disputent surtout la

¹ *Nouvelles expériences touchant le vuide faites dans des tuyaux avec diverses liqueurs*, par BLAISE PASCAL; Paris, Margot, 1647.

¹ *Novarum observationum physico-mathematicarum F. MARINI MERSENNI Minimi tomus III; quibus accessit ARISTARCHUS SAMIUS de mundi systemate*. Parisiis, sumptibus Antonii Bertier, viâ Jacobœ, sub signo Fortunæ. MDCXLVII.

faveur de l'auteur : l'une est la théorie de la *colonne d'air*, soutenue par Torricelli ; l'autre est l'explication par une force attractive, explication que Roberval défend obstinément : il ne lui semble pas que la première suffise à expliquer tous les phénomènes et il croit indispensable le recours à la seconde.

En l'absence d'arguments qui puissent, sans réserve, entraîner son adhésion à une doctrine, Mersenne n'imité pas la sage prudence de Pascal ; au lieu de citer simplement les faits sans en tirer des conclusions prématurées, le Minime se complait à montrer comment les diverses expériences se peuvent concilier avec chacune des théories en présence.

Il est intéressant de marquer par un exemple à quel point la manière de procéder de Mersenne diffère de celle de Pascal.

Un auteur a récemment attaqué Pascal avec autant d'érudition que de passion, mais, peut-être, sans être suffisamment informé des choses de l'Hydrostatique ; en sa vive polémique, il a écrit ces lignes¹ :

« Vainement cherche-t-on dans ces inventions de Pascal une idée neuve et utile. La seule expérience qui paraisse originale est absurde : ou bien il ne l'a pas faite, ou bien il l'a mal faite et mal interprétée. A l'en croire, il aurait pesé, à diverses reprises, une seringue en expérience dans le mercure, après avoir fait varier la hauteur de l'espace vide, en tirant le piston, et il aurait toujours trouvé le même poids. Pascal ne croyait donc pas encore à la pesanteur de l'air. »

L'expérience incriminée en ces termes est absolument exacte ; elle apporte à l'expérience de Torricelli un complément de très grande importance ; tous les traités de Physique en donnent l'explication² ; elle est le fondement du *baromètre statique* imaginé, en 1670, par Samuel Morland pour déterminer la pression barométrique au moyen d'une pesée, et du baromètre enregistreur composé en 1782 par Magellan. La poussée de l'air, dont Pascal ne parle pas, est, en effet, trop faible pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte en de telles circonstances. Voici en quels termes, d'une admirable précision, Pascal décrit son observation³ :

« Une seringue avec un piston parfaitement juste, étant mise dans le vif-argent, en sorte que son ouverture y soit enfoncée pour le moins d'un

pouce, et que le reste de la seringue soit élevé perpendiculairement au dehors. Si l'on retire le piston, la seringue demeurant en cet état, le vif-argent, entrant par l'ouverture de la seringue, monte et demeure uni au piston jusqu'à ce qu'il soit élevé dans la seringue de deux pieds trois pouces ; mais, après cette hauteur, si l'on retire davantage le piston, il n'attire pas le vif-argent plus haut, qui, demeurant toujours à cette hauteur de deux pieds trois pouces, quitte le piston : de sorte qu'il se fait un espace vide en apparence, qui devient d'autant plus grand que l'on tire le piston davantage... Et ce qui est plus remarquable, c'est que la seringue pesée en cet état sans la retirer du vif-argent, ni la bouger en aucune façon, pèse autant (quoique l'espace, vide en apparence, soit si petit que l'on voudra) que quand, en retirant le piston davantage, on le fait si grand qu'on voudra, et qu'elle pèse toujours autant que le corps de la seringue avec le vif-argent qu'elle contient de la hauteur de deux pieds trois pouces, sans qu'il y ait encore aucun espace vide en apparence ; c'est-à-dire lorsque le piston n'a pas encore quitté le vif-argent de la seringue, mais qu'il est prêt à s'en désunir, si on le tire tant soit peu. De sorte que l'espace vide, en apparence, quoique tous les corps qui l'environnent tendent à le remplir, n'apporte aucun changement à son poids, et que, quelque différence de grandeur qu'il y ait entre ces espaces, il n'y en a aucune entre les poids. »

Mersenne a fait, sur un tube barométrique, une observation toute semblable ; voici comment il la rapporte⁴ :

« Tant de remarques viennent à l'esprit au sujet de ce phénomène que c'est à peine si l'on peut toutes les mentionner. Considérons, par exemple, le mercure qui s'élève à 2 pieds 1 4 ou 2 pieds 1/3 et qui, selon l'opinion dont nous nous occupons, fait équilibre au cylindre d'air, quelle que soit d'ailleurs la hauteur de ce dernier ; pesons-le à la balance, tandis que sa base plonge dans le mercure de la cuvette. Il semble que ce mercure devrait être sans poids ; pourquoi, en effet, la balance en soutiendrait-elle quoi que ce soit, puisque la colonne d'air s'acquiesce de cet office ? Cependant l'expérience nous a appris qu'il pèse autant à la balance que si ce cylindre d'air n'existait pas : il semble bien que cela signifie que le cylindre d'air n'est pas la cause du phénomène en question. »

« On peut répondre à cela, il est vrai, qu'un autre cylindre d'air fait effort sur le sommet clos du tube et qu'il comprime ce fond avec une force précisément égale à celle avec laquelle le premier

¹ FÉLIX MATHIEU : *Pascal et l'expérience du Pay-de-Dôme*, t. I. *La Revue de Paris*, 13^e année, n° 7. (1^{er} avril 1906 : p. 578. Cf. *Ibid.*, p. 587.)

² V. J. MOUTIER : *Cours de Physique*, t. I, p. 123 ; Paris, 1883.

³ BLAISE PASCAL : *Nouvelles expériences touchant le vide. Œuvres complètes de BLAISE PASCAL*, éd. Hachette, 1880 ; t. III, p. 5.)

⁴ *Novarum observationum physico-mathematicarum*. F. MARINI MERSENI Minimi tomus III. Prefatio I ad lectorem.

cyindre d'air presse et chasse le mercure de la cuvette et, par l'intermédiaire de celui-ci, le mercure contenu dans le tube. Lors donc que le tube est suspendu à la balance, il pèse de tout son poids ; par cette raison, le cylindre d'air suffirait à expliquer toutes les circonstances qui se présentent dans l'étude du vide. »

Les deux manières de procéder sont en présence et leur contraste éclate aux yeux.

Là, le fait est rapporté avec une grande précision ; il est tout prêt à servir de fondement à une déduction ou d'épreuve à une théorie ; mais il est présenté seul et tout nu, sans qu'aucune interprétation prématurée voile et atténue son immédiate certitude.

Ici, au contraire, le fait n'apparaît qu'au travers d'une discussion où chacune des théories en présence s'efforce hâtivement de le faire parler en sa faveur, de l'opposer à la doctrine adverse.

Certes, la première façon d'user de l'expérience est la seule que la logique reconnaisse comme légitime, la seule où le physicien n'avance rien dont il ne soit assuré. La seconde est audacieusement imprudente ; elle abonde en affirmations douteuses, elle expose l'auteur à fréquents repentirs, et le livre de Mersenne, que ses contradictions continuelles rendent confus au point qu'il défie l'analyse, met en évidence les inconvénients d'une telle méthode, disons mieux, d'une telle absence de méthode.

Mais, d'autre part, cette impatiente curiosité, cette imagination exubérante qui, de la moindre observation, tirent une foule de corollaires, ne sont-elles pas singulièrement aptes à suggérer des expériences nouvelles, à faire germer des inventions ?

Nous allons voir que Mersenne fut inventeur.

II. — LE P. MARIN MERSENNE ET L'EXPÉRIENCE DU PUY-DE-DOME.

Pendant une grande partie de sa vie d'homme de science, Mersenne s'était efforcé de déterminer la densité de l'air. Lorsqu'il reçut communication de l'expérience de Torricelli, il ne put pas ne pas remarquer les liens qui unissaient l'explication donnée par le grand géomètre italien au problème qui avait si souvent sollicité son attention.

Ces liens, d'ailleurs, étaient nettement mis en évidence par la lettre de Torricelli à Ricci : « Nous vivons, y était-il écrit, plongés au fond d'une mer d'air élémentaire ; par des expériences non douteuses, on sait que cet air est pesant, à ce point que l'air le plus grossier, celui qui est voisin de la surface terrestre, pèse environ 400 fois moins que l'eau. Les auteurs qui ont écrit sur les cré-

puscules ont observé que l'air chargé de vapeurs était visible jusqu'à une hauteur de 50 ou 54 milles au-dessus de nous. Mais je ne crois pas que cette hauteur soit si grande, car je pourrais montrer que l'air opposerait alors au vide une résistance bien plus grande que celle qu'il oppose, bien que l'on puisse répliquer que le poids attribué à l'air par Galilée se doit entendre de cet air inférieur où vivent l'homme et les animaux, tandis qu'au sommet des hautes montagnes, l'air commence à être très pur et à prendre une densité beaucoup moindre que la quatre-centième partie de la densité de l'eau. »

Ces réflexions ramenèrent Mersenne à son problème favori : la détermination du poids spécifique de l'air. A l'examen de ce problème, il consacra tout un chapitre de son dernier ouvrage¹.

Parmi les solutions nouvelles qu'il propose, plusieurs sont, il faut bien l'avouer, dénuées de tout sens. Tantôt il oublie, en une de ses pesées, l'influence de la poussée de l'air, qui suffit à rendre illusoire la méthode proposée ; tantôt il confond un vase plein d'air avec un vase vide, confusion où Jean Rey l'avait d'ailleurs induit en une de ses lettres².

D'autres procédés, peu praticables peut-être, sont du moins raisonnables, tel celui-ci : Qu'en un vase de poids connu, on introduise l'air contenu dans une pompe de compression de volume connu ; l'augmentation de poids de ce vase déterminera le poids de cet air et, partant, son poids spécifique. Le Minime rapproche lui-même ce procédé de celui que Galilée a décrit.

L'expérience de Torricelli elle-même suggère à Mersenne un moyen de déterminer la gravité de l'air ; que l'on pèse un tube barométrique dont la chambre est vide, qu'on laisse pénétrer de l'air dans cette chambre et qu'on pèse de nouveau le tube ; on le trouvera plus lourd du poids de l'air introduit. En sa hâte d'imaginer un procédé nouveau, le Minime oublie que l'introduction de l'air fera baisser la colonne de mercure dans le tube ; sa trop prompte imagination ne laisse pas toujours à sa raison le temps de distinguer le vrai du faux.

Il ne paraît pas, d'ailleurs, que l'actif religieux ait tenté de mettre en pratique aucun de ces nouveaux moyens de peser l'air ; il s'en est tenu aux déterminations qu'il avait obtenues autrefois par le procédé de l'éolipyle ; peu précises assurément, elles découlaient, du moins, de principes exacts.

Son attention se porte maintenant sur la question à laquelle Torricelli a fait allusion, sur la rela-

¹ *Novarum observationum physico-mathematicarum* F. MARINI MERSENII MINIMI *tomus III*. Caput VI : De aëre ponderando ; pp. 101-105.

² JEAN REY : *Essays*, 2^e édition, p. 169.

tion qui existe entre la hauteur à laquelle monte le vif-argent dans le tube barométrique, la hauteur de l'atmosphère et le poids spécifique de l'air. Des conséquences auxquelles peut conduire cette relation, il donne divers exemples.

Se donne-t-on, par exemple, la hauteur barométrique et la hauteur de l'atmosphère? On en peut déduire le poids spécifique de l'air.

Une hauteur barométrique de trois pieds et une atmosphère épaisse d'une lieue de France correspondraient à un air 3.000 fois plus léger que le mercure. Si la hauteur du mercure est de 26 pouces, l'air sera 6.921 fois plus léger que le vif-argent. Doubler ce nombre 6.921 revient à attribuer à l'atmosphère une hauteur de 2 lieues; le quadrupler équivalait à lui en attribuer une de 4 lieues.

« Mais qu'il nous soit permis d'émettre la conjecture la plus probable. Nous avons montré ailleurs que l'air était 1.000 fois au moins plus léger que l'eau, tandis que l'eau est environ 14 fois plus légère que le mercure; l'air est donc 14.000 fois plus léger que le mercure. Le cylindre d'air qui fait équilibre au vif-argent doit donc être 14.000 fois plus élevé que la colonne de mercure; d'après nos observations, la hauteur de ce cylindre d'air devrait être au moins de 2 lieues¹; en d'autres termes, l'air cesserait d'être pesant à 2 lieues de la terre. »

Si la hauteur de l'atmosphère pesante ne surpasse guère 2 lieues, et si le poids de l'air est la cause qui tient le vif-argent suspendu dans le tube de Torricelli, il suffira de s'élever de quelques centaines de toises au-dessus du niveau du sol pour voir la hauteur barométrique diminuer notablement. Il est presque impossible de faire le calcul qui vient d'être rapporté sans en tirer aussitôt cette conclusion, c'est-à-dire sans concevoir le projet de l'expérience du Puy-de-Dôme.

Aussi Mersenne a-t-il conçu ce projet et l'a-t-il exposé en détail.

Cet exposé se trouve dans la première des deux préfaces² qu'il a mises en tête de son dernier ouvrage. La date à laquelle il fut composé nous est par là connue avec une assez grande précision. Le dernier chapitre du livre fut achevé le 8 septembre 1647. La préface dont nous parlons fut écrite après l'achèvement du reste de l'ouvrage; elle débute, en effet, en annonçant qu'elle va compléter les errata déjà insérés à la dernière page du livre. La reproduction du privilège est suivie de ces mots : « Peracta est hæc impressio die 1 Octobris 1647 ». C'est donc entre ces deux dates, 8 Sep-

tembre 1647 et 1^{er} Octobre 1647, que Mersenne a rédigé le projet de l'expérience célèbre par laquelle l'hypothèse de Torricelli allait être à jamais affirmée.

Ce projet, d'ailleurs, mérite d'être reproduit en entier :

« Si le cylindre d'air est la cause du vide contenu dans le tube, ou de la suspension du vif-argent, auquel il fait équilibre, il paraît que ce cylindre d'air sera plus court, et, partant, que le cylindre de vif-argent sera de moindre hauteur, lorsqu'on observera au sommet d'une tour ou d'une montagne. Par exemple, les fenêtres du dôme de Saint-Pierre sont au moins à 30 toises au-dessus du sol; si la hauteur du cylindre d'air était seulement une lieue de 2.500 toises, ce cylindre serait moindre de la cinquantième partie de sa longueur lorsqu'on observerait près des dites fenêtres au lieu d'observer auprès de la Confession de Saint-Pierre. »

« Mais nous avons montré à la page 204 que le cylindre d'air avait au moins deux lieues de hauteur; dès lors, en l'expérience précédente, on en retrancherait seulement la centième partie, et le cylindre de mercure, lui aussi, diminuera seulement de la centième partie de sa longueur; une telle diminution, qui serait moindre que la cinquantième partie d'un pied ou que le quart d'une ligne, serait à peine sensible. »

« Si l'on expérimentait, au contraire, au sommet d'une montagne haute d'une lieue, le cylindre de mercure ne devrait plus mesurer qu'un pied et un demi-pouce. S'il n'en était pas ainsi, il faudrait en conclure que le cylindre d'air n'est pas l'explication de ce vide; à moins, cependant, que l'on ne prétende que la surface supérieure de l'air n'est point sphérique, mais qu'elle s'élève plus ou moins selon la variété du relief du sol. »

« D'ailleurs, si l'atmosphère est terminée par une sphère ayant même centre que la Terre, le cylindre de vif-argent doit être plus élevé à Rouen qu'à Paris, et plus élevé à Paris qu'à Dijon ou à Langres. Rouen, en effet, est plus bas que Paris, de toute la déclivité de la Seine; cette différence de niveau équivalait peut-être à la hauteur des tours de Notre-Dame de Paris ou de cette pyramide que l'on admire à Rouen; en outre, la déclivité de la Seine est encore plus grande, en amont de Paris, jusqu'à sa source; on en peut dire autant des autres fleuves. »

« Que les Nantais mesurent donc la hauteur du cylindre de vif-argent en leur ville, et qu'ils comparent leurs observations à celles des habitants de Nevers ou de Langres. Ici même, nous avons trouvé qu'il n'avait pas toujours la même hauteur; naïguères, bien que le tube plongeât seulement dans le mercure, nous avons vu, en présence d'illustres personnages, le vif-argent monter jusqu'à 2 pieds

¹ Le texte dit 12 lieues; mais Mersenne a corrigé cette erreur et rétabli 2 lieues dans les *Menda* qui se trouvent à la fin de l'ouvrage.

² *Novarum observationum physico-mathematicarum F. MARINI MERSENNI Minimi toms III. Prefatio I ad lectorem.*

3 pouces et 2/3; je puis citer comme témoins de cette observation un très noble jeune homme, doué d'une intelligence très élevée, César d'Estrées; le très illustre abbé de Longpont; et ces hommes célèbres qui se nomment Launoy, Docteur de la Faculté de Théologie, Descartes et Roberval. Une autre observation a donné un cylindre dont la hauteur était voisine de 2 pieds 1/3, soit 2 pieds et 4 pouces; ils'en fallait seulement d'une ou de deux lignes; elle avait pour témoins le R. P. Vatie, jésuite; les deux Messieurs Pascal, géomètres et philosophes éminents, et un grand nombre d'autres personnes. »

« Cette circonstance méritait assurément d'être notée; on devra désormais en tenir compte lorsqu'on expérimentera soit au niveau de la mer, soit en des lieux très élevés, et que l'on mesurera avec exactitude la hauteur des cylindres de mercure..... »

« D'ailleurs, j'incline à penser que l'on trouvera partout même hauteur à ces cylindres de mercure. Cela pourra provenir de ce que les changements d'altitude ne produisent aucun effet perceptible parce que la hauteur de l'air est trop grande; c'est ce qui aurait lieu, par exemple, si les limites de l'atmosphère se trouvaient au delà de la Lune. Cela pourra provenir également d'autres causes inconnues de nous, ou bien encore de ce que la colonne d'air n'est pas la cause du phénomène. Alors et de nouveau nous resterions en présence d'une énigme. »

Nulle part le génie propre de Mersenne ne se marque mieux qu'en ce passage. De l'hypothèse émise par Torricelli, son imagination lui suggère une épreuve caractéristique; mais, tout aussitôt, son sens d'expérimentateur lui fait découvrir les causes d'erreur qui peuvent rendre malaisé l'emploi de cette épreuve; il use volontiers de subtilité pour prévoir les objections auxquelles une théorie prête le flanc; cette subtilité lui fait deviner l'échappatoire qui sauverait l'hypothèse de Torricelli si l'expérience proposée ne donnait pas les résultats qu'il annonce cette hypothèse; il se trouve ainsi que le Minime, après avoir clairement désigné la voie qui mènerait à la certitude, demeure dans le doute.

Or, ce passage où nous reconnaissons si nettement la démarche habituelle de l'esprit de Mersenne, ce passage qui donne une suite si naturelle au sixième chapitre des *Novæ observationes*, il s'est rencontré qu'on y a vu la marque indéniable d'une inspiration étrangère, de celle de Descartes.

C'est l'opinion qu'a soutenue récemment M. Félix Mathieu¹:

« Ainsi, dans le courant de Septembre 1647 — après le 8 — Mersenne revient à l'hypothèse de la

colonne d'air qu'il avait définitivement repoussée, et il a l'idée d'une expérience nouvelle, l'expérience à des altitudes différentes. Que cette idée soit de lui, il faudrait ne guère le connaître pour le croire; par l'étude de ses papiers, nous sommes certains qu'elle ne lui a été fournie par aucun de ses correspondants; elle ne peut venir que de Pascal ou de Descartes..... »

« Donc, ce n'est pas Pascal, c'est Descartes qui a retourné l'esprit de Mersenne et lui a suggéré l'idée de faire l'expérience à des altitudes diverses. Les dates conviennent merveilleusement à cette déduction. Descartes est arrivé à Paris au commencement de Septembre 1647, nous dit Baillet, revenant de Bretagne, où il a passé l'été avec l'abbé Picot, et c'est précisément après le 8 septembre que Mersenne se met à avoir des idées nouvelles. »

Pour être assurés que Mersenne a vu Descartes avant de rédiger sa première préface, nous n'avons que faire du témoignage de Baillet; nous avons celui du Minime; il cite Descartes au nombre des témoins de l'une des expériences qu'il rapporte.

Que Descartes ait « retourné l'esprit de Mersenne », que son influence soit la cause pour laquelle Mersenne « revient à l'hypothèse de la colonne d'air qu'il avait définitivement repoussée », cela nous semble plus douteux. Il ne nous paraît pas que le Minime trahisse en sa première préface une opinion bien différente de celle qu'il a professée aux divers chapitres de son livre, de celle qu'il exposera en sa seconde préface; fidèle à ses habitudes d'esprit, il retourne en tous sens l'hypothèse de Torricelli, cherchant à en tirer tous les corollaires qui peuvent être soumis au contrôle de l'expérience; mais nulle part, pas plus en la première préface qu'au cours de l'ouvrage ou de la seconde préface, il ne se déclare formellement en faveur de cette hypothèse; bien plus, au moment où il décrit l'épreuve décisive à laquelle il propose de soumettre cette supposition, il marque clairement qu'il attend de cette épreuve une condamnation plutôt qu'une confirmation de la doctrine de Torricelli.

Quant à déclarer le P. Mersenne incapable d'avoir imaginé seul et sans aucune influence étrangère cette épreuve expérimentale, « il faudrait ne le guère connaître » pour oser formuler semblable affirmation.

L'idée de l'expérience qui devait se nommer un jour *expérience du Puy-de-Dôme* était un corollaire si naturel de l'hypothèse de Torricelli que nul homme intelligent, semble-t-il, ne pouvait prêter quelque attention à cette supposition sans en tirer de suite cette conséquence. En particulier, elle était comme appelée par les calculs que Mersenne avait donnés au Chapitre VI de ses *Novæ observationes*.

¹ FELIX MATHIEU: *Pascal et l'expérience du Puy-de-Dôme*, I (*La Revue de Paris*, 13^e année, n° 7, 1^{er} avril 1906, p. 584 et p. 588).

Cette idée qui s'offrait d'elle-même aux yeux les moins prévenus, comment eût-elle échappé au regard de Mersenne, à ce regard curieux, toujours en éveil, toujours à la recherche des corollaires surprenants auxquels peuvent conduire les diverses théories, des sujets d'expériences qu'elles peuvent fournir?

En déclarant le Minime incapable d'avoir imaginé l'expérience du Puy-de-Dôme, n'oublie-t-on pas que sa perspicacité a fait ses preuves, qu'elle a signalé à l'attention des savants des problèmes autrement cachés que celui-là?

« Il avoit, dit Pascal ¹, un talent tout particulier pour former de belles questions; en quoi il n'avoit peut-être pas de semblable: mais encore qu'il n'eût pas un pareil bonheur à les résoudre, et que ce soit proprement en ceci que consiste tout l'honneur, il est vrai néanmoins qu'on lui doit obligation de plusieurs belles découvertes, qui peut-être n'auroient jamais été faites, s'il n'y eût excité les savants ».

Lorsque Pascal caractérise en ces termes, que l'on sent si justes dans leur précision, le rôle scientifique du religieux qui avait été l'ami de son père et le sien, il vient de rappeler comment, dès 1615, Mersenne avait remarqué, le premier, la courbe qu'il nomma *roulette* et comment il avait sollicité tous les géomètres d'en étudier les propriétés; on sait quelle prodigieuse moisson de découvertes, en Géométrie, en Mécanique, l'étude de la *cycloïde* réservait à ceux qui devaient suivre les suggestions du Minime.

C'est encore à Mersenne qu'apparut tout d'abord ce problème, gros de toute la Dynamique du corps solide: Déterminer le pendule simple qui bat dans le même temps qu'un pendule composé donné. Ce problème, il le proposa à Descartes et à Roberval, qui en amorcèrent seulement la solution, mais qui en prirent occasion de se brouiller à mort; il le proposa également au jeune Christiaan Huygens qui devait, pour le résoudre, créer l'une des plus belles théories de la Science moderne.

« Il y a là, sans contredit, a écrit Paul Tannery ², un des exemples les plus remarquables de l'influence exercée par la correspondance du Minime sur le progrès des Sciences au xvi^e siècle. »

Rappelons encore que la première idée de la presse hydraulique se trouve nettement indiquée dans les écrits de Mersenne, d'où Pascal n'a eu qu'à l'exhumer ³.

Eh bien! cet homme qui a inventé la presse hydraulique, cet homme qui a lancé dans la Science les deux féconds problèmes de la *roulette* et du *funépendule*, osera-t-on prétendre qu'il fût incapable de construire ce simple raisonnement: Si la pesanteur de l'air est la cause qui suspend le vif-argent dans le tube de Torricelli, la hauteur mercurielle diminuera lorsqu'on s'élèvera au-dessus du sol? Soutiendra-t-on que, pour le conduire sans défaillance au bout d'une telle deduction, il fût besoin de l'aide de Pascal ou de Descartes?

Non pas qu'il faille, par un excès contraire à celui que nous signalons, prétendre que Descartes et Pascal ont subi l'influence de Mersenne, alors qu'ils ont proposé de répéter l'expérience de Torricelli à des altitudes différentes. Ne nous lassons pas de le redire: Nul homme vraiment intelligent n'a pu méditer avec quelque attention la théorie de Torricelli sans découvrir ce moyen de la contrôler. Il est bien certain que Descartes dut songer à cette épreuve aussitôt que Mersenne eut refait sous ses yeux l'expérience d'Italie. Il n'est pas douteux non plus que Pascal, que cette expérience préoccupait depuis longtemps, n'eût déjà formé le projet de l'expérience du Puy-de-Dôme; pour concevoir ce projet, il n'avait pas eu besoin, assurément, de bander tous les ressorts de son prodigieux génie. Comme Descartes avait conçu sans le secours d'aurait l'idée de cette même expérience, il en conclut que nul n'avait pu l'imaginer sans son secours; son orgueil démesuré avait de ces façons de raisonner.

Au xvi^e et au xvi^e siècle, il était rare qu'un auteur citât le nom de celui à qui il empruntait une idée; on faisait grand étalage d'érudition, mais on énumérait seulement les ouvrages auxquels on ne devait rien; les plus grands esprits ne reculaient pas devant le plagiat; il en est des exemples tristement célèbres.

En ce temps d'improbité scientifique, la figure du P. Mersenne apparaît auréolée de loyauté. Non seulement l'honnête religieux cite scrupuleusement ceux dont il s'inspire, mais il orne leur nom des épithètes les plus flatteuses et il décerne à leurs ouvrages les éloges les plus enthousiastes.

Or, lorsqu'il propose d'éprouver la théorie de Torricelli en observant le baromètre à diverses altitudes, il ne fait à personne l'honneur de cette idée; il en parle en homme qui la tient pour siennne. A défaut d'autres raisons, celle-là ne nous autoriserait-elle pas à croire que cette pensée a germé spontanément dans l'esprit du Minime?

Lorsque Mersenne a « formé quelque belle ques-

¹ BLAISE PASCAL: *Histoire de la roulette, appelée autrement traicteuse ou cycloïde, où l'on rapporte par quels degrés on est arrivé à la connaissance de cette ligne.* (Œuvres complètes de BLAISE PASCAL, éd. Hachette, 1880; t. III, p. 337.)

² PAUL TANNERY: *Les autographes de Descartes à la Bibliothèque Nationale* (Bulletin des Sciences Mathématiques, 2^e série, t. XV, p. 296; 1891).

³ Cf. : P. DUHEM: *Le principe de Pascal, essai historique*

(Revue générale des Sciences, XVI^e année, p. 599, 15 juillet 1905).

tion », il la signale sans relâche à l'attention des savants, il les presse d'en donner la solution. Ainsi en agit-il avec le projet d'expérience qu'il vient de concevoir; il en entretient ses correspondants, il voudrait qu'ils le missent à exécution.

Le 4 janvier 1648, il écrit¹ à Constantyn Huygens, père du grand géomètre :

« Me diriez-vous bien le lieu le plus haut de notre terre qui est à mon avis la montagne qui sera la plus éloignée de la mer, maintenant icy comme Langres est le plus haut lieu de France; parce que les rivières en descendent jusques à l'Océan. »

« Hevelius que vous aurez peut estre vû, dans sa belle Selenographie, tient que la plus haute montagne de la Lune a une lieue et demie et celle de Terre n'a tout au plus qu'une lieue. Je voudrois que quelqu'un de vos Messieurs qui font là leur voyage fissent mesurer le Pic Tanarife, dont parle Josephus à Costa pour avoir esté au haut avec eau de vie et vinaigre, pour ayder la respiration, afin de voir s'il a plus d'une lieue de perpendiculaire sur l'horizon? »

« Si nous avions icy une telle montagne, j'y monteroies avec du vif-argent et des tuyaux pour voir si le vuide s'y feroit plus grand ou plus petit qu'icy. Ce qui nous feroit decider necessairement pour scavoir la raison de ce vuide comme vous verrez dans mon Livre d'observations. »

D'après une réponse de Le Teneur à Mersenne,

conservée, avec les autographes du Minime, à la Bibliothèque Nationale², l'actif religieux avait écrit, le 4 janvier 1648, à Le Teneur pour lui demander de répéter l'expérience du vif-argent au sommet du Puy-de-Dôme.

Nous avons exposé les faits, cité les documents. N'est-il pas temps de tirer la conclusion? Et cette conclusion ne peut-elle pas avec justice se formuler en ces termes :

Torricelli avait expliqué la suspension du mercure dans le tube du baromètre par la pression qu'exerce l'air pesant. Si cette explication est exacte, la hauteur de la colonne de vif-argent dans le baromètre doit être moindre lorsqu'on transporte l'instrument au sommet d'une montagne que lorsqu'on l'observe au bas de cette même montagne. L'idée de cette expérience de contrôle est si simple qu'elle a pu s'offrir à l'esprit de nombreux physiciens, entre autres de Pascal et de Descartes. Mais le P. Marin Mersenne, qui l'avait imaginée d'un côté, en a, le premier, publié le projet et signalé l'importance, dans un livre dont l'impression fut achevée le 1^{er} octobre 1647. C'est seulement le 19 septembre 1648 que l'expérience fut faite, à la base et au sommet du Puy-de-Dôme, sur la demande de Pascal, par son beau-frère Perier.

P. Duhem,

Correspondant de l'Institut,
Professeur de Physique théorique
à l'Université de Bordeaux.

LES ÉPOQUES DE PONTE DES POISSONS

EN RIVIÈRE ET EN EAU DORMANTE

Suivant que l'on observe les poissons vivant dans l'eau courante ou l'eau dormante, on constate des différences notables dans leurs mœurs. J'étudierai, dans ce travail, les époques de ponte. Les documents sont présentés dans l'ordre où ils ont été relevés, et chaque espèce ou chaque groupe d'espèces est décrit dans cet ordre, avec l'indication de la température de l'eau nécessaire à la reproduction de cette espèce ou de ce groupe d'espèces.

I. — EAUX A + 14°.

Ce groupe ne fournit qu'une seule espèce, la Perche. En *eau dormante*, ce poisson dépose ses œufs dans les derniers jours de mars, époque à

laquelle on constate, certaines années, la présence de ses frayères; mais ce n'est en réalité que vers le 10 avril que l'activité de la reproduction se manifeste; elle dure tout le mois d'avril et une partie du mois de mai, montrant un ralentissement pendant ce mois et prenant fin vers le 10. La durée de la ponte de cette espèce est donc d'environ six semaines, pendant lesquelles on voit, presque chaque jour, apparaître de nouvelles frayères indiquant que de nouveaux reproducteurs ont effectué leur ponte.

Presque toutes les espèces de poissons se réunissent en bandes plus ou moins nombreuses pour déposer leurs œufs, mais celle qui occupe ici l'attention sort de cette règle : elle dépose ses œufs

¹ *Œuvres complètes* de CHRISTIAAN HUYGENS, publiées par la Société Hollandaise des Sciences. T. 1^{er}. Correspondance (1633-1656), n° 40, p. 77.

² Cf. FÉLIX MATHIEU : *Pascal et l'expérience du Puy-de-Dôme*, III (*La Revue de Paris*, 13^e année, p. 189).

pendant la nuit; c'est une seule femelle qui confectionne la frayère. Celle-ci est constituée d'une seule pièce, en forme de sac ouvert aux deux extrémités, affectant une longueur et une largeur en rapport avec la taille du reproducteur; cette longueur varie de 0^m,50 à 1^m,50 et la largeur est proportionnée à celle-ci. Les œufs sont réunis par des anneaux, dont le diamètre égale celui d'une alliance, et soudés sans interruption les uns aux autres, d'une façon merveilleuse : chaque anneau comporte neuf œufs.

Quant au mâle, il est plus difficile d'affirmer qu'il est seul roi en ce domaine et que quelque indiscret ne vient pas, au moins dans quelques cas, apporter son concours dans la fécondation de la frayère déposée par la femelle.

L'incubation des œufs s'opère dans de bonnes conditions, malgré la perturbation de la température de cette saison qui correspond à l'équinoxe de printemps; si d'autres espèces ne détruisaient pas en grande partie ces frayères, en ne laissant subsister que des parcelles d'une surface à peu près égale à celle d'une pièce de cinq francs en argent, la présence en trop grand nombre de ce poisson deviendrait funeste aux espèces inoffensives.

La lutte pour l'existence prend donc les devants, afin de ne pas avoir à supporter, dans l'avenir, les poursuites de cette espèce piscivore qui fait une grande consommation de Cyprinides; cette lutte, du reste, n'aboutit pas complètement, et la Perche conserve toujours, dans l'eau dormante, une domination exagérée sur les autres espèces.

Environ cinq à six jours après la ponte, les yeux de l'embryon apparaissent et, à partir de ce moment, il s'agit constamment dans l'œuf en se retournant sans cesse jusqu'à ce que, devenu alevin, il traverse la membrane de l'œuf pour prendre sa liberté; à ce moment, l'alevin emporte avec lui une vésicule ombilicale qui met cinq à six jours pour être résorbée, d'après des observations que j'ai pu relever sur des sujets éclos en captivité, dans l'état le plus étroit de stabulation.

En rivière, la Perche procède à la ponte aux environs du 15 avril, plutôt après cette date; les observations à ce sujet présentent les plus grandes difficultés; seule, la présence des alevins permet de préciser la date de la ponte; la période où elle s'effectue ne dure vraisemblablement que très peu de temps.

La différence de l'époque de ponte, entre les deux milieux, est ici insensible, la température des deux sortes d'eaux étant la même au début du printemps; en examinant les espèces suivantes, on constatera des différences de plus en plus grandes, à mesure que s'élève la température de l'eau.

II. — EAUX A + 17°.

Dans ce groupe figurent deux espèces, la Brème et le Gardon, qui, en eau dormante, déposent leurs œufs les 9, 10 ou 11 mai; ces trois dates, surtout celle du 11, sont vérifiées tous les ans pour ainsi dire sans exception; elles marquent le début d'une période de ponte qui se prolonge pendant cinq à six jours pour la Brème, et dix à douze pour le Gardon.

Les deux espèces sont confondues en bandes nombreuses sur les mêmes herbiers, déposant leurs œufs, qui restent fixés aux herbes; ceux-ci, au lieu d'être soudés ensemble comme chez l'espèce précédente, sont isolés : lorsque la ponte est achevée, le coup d'œil que leur masse offre fait songer à la grêle dont la terre est couverte après une ondée qui a jonché le sol, tellement la quantité d'œufs est considérable. L'incubation varie en durée suivant l'état de l'atmosphère; si le temps est clair, le surlendemain de la ponte on aperçoit les yeux de l'embryon, et, vers le cinquième ou le sixième jour, a lieu l'éclosion; mais la durée ordinaire de l'incubation est d'environ huit jours.

Les œufs déposés en eau dormante subissent des assauts terribles du fait des variations de température auxquelles ce milieu est alors exposé. Trop considérables sont les oscillations diverses et nocturnes de la température de l'eau qui sont préjudiciables à l'incubation; des pertes assez importantes en sont la conséquence : un champignon se développe alors, envahit l'œuf et détruit l'embryon. Les œufs atteints sont ceux qui occupent les couches supérieures des herbiers; les autres, étant à l'abri du froid pendant la nuit et des rayons directs du soleil pendant le jour, se trouvent protégés et donnent naissance à un alevin qui s'élance à la recherche de sa nourriture au sortir de l'œuf.

En eau courante, le dépôt des œufs est effectué par ces deux espèces, au plus tôt, le 25 mai, soit quinze jours plus tard que dans le cas précédent; on ne constate plus ici la promiscuité observée en eau dormante : la confusion des reproducteurs de ces deux espèces n'existe pas et on relève leur présence sur des herbiers assez rapprochés les uns des autres, mais toujours distincts.

III. — EAUX A + 18°,5.

Les deux espèces représentées dans ce groupe sont la Carpe et le Rotengle, qui, en eau dormante, pondent du 15 au 20 mai. Dans ce milieu, la Carpe pond pendant trois jours, mais l'incubation des œufs est très laborieuse et ne donne souvent que des résultats insignifiants, même nuls. J'ai observé pendant plusieurs années des Carpes d'assez forte

taille, vivant dans un lac dont l'eau est cependant renouvelée d'une façon permanente; ces poissons pesaient de 3 à 4 kilogrammes, et à ce poids peuvent être considérés comme des reproducteurs puissants : une seule femelle de ces sujets aurait été suffisante, non seulement pour repeupler le lac dans lequel elle vivait, mais encore pour repeupler une rivière sur un espace très étendu. Je n'ai jamais vu l'alevinage qui aurait dû suivre les pontes de ces Carpes, et il faut attribuer cet état de choses à la température de l'eau, trop chaude le jour, et surtout trop froide la nuit.

La Carpe pond vingt jours plus tard *en rivière*, lorsque la température est déjà plus assise, et c'est cet écart qui cause le désordre de l'incubation. Pour obtenir des alevins, dans ces conditions, l'incubation artificielle peut intervenir utilement en faisant éclore les œufs, qu'il est utile de récolter immédiatement après la ponte; il serait possible ainsi de sauver une certaine quantité de ces œufs.

En *eau dormante*, les deux espèces qui occupent ici l'attention se livrent à la reproduction pendant que le deuxième groupe, précédemment décrit, va se préparer, en rivière, aux mêmes actes; il y a donc déjà ici une avance d'environ vingt jours, qui va encore s'accroître sur le groupe suivant, qui présente de nombreux cas spéciaux relatifs au séjour de nos poissons indigènes dans l'*eau dormante*. Ce groupe offre encore cette particularité de se livrer à la reproduction, en *eau dormante*, pour ainsi dire au même moment que le deuxième groupe, et ce fait ne peut pas se produire en rivière, où le deuxième groupe a terminé sa ponte lorsque le troisième vient pondre à son tour. Cette situation est provoquée par la hausse rapide de la température de l'*eau dormante* au moment où le deuxième groupe a commencé sa ponte : ces deux groupes se présentent presque simultanément dans ce cas.

En rivière, la Carpe et le Rotengle pondent du 5 au 10 juin, et cette ponte s'effectue, pour la Carpe, en un seul jour, commençant un peu après le lever du soleil, prenant toute son intensité de 6 heures à 10 heures, pour prendre fin avec la grande chaleur, vers 11 heures. Lorsque les reproducteurs ont déposé et fécondé simultanément les œufs au milieu des herbiers, immédiatement après leur passage qui ne dure que quelques secondes, on voit apparaître de nombreux petits poissons qui se précipitent derrière eux afin de récolter les œufs épars qui n'ont pas adhéré à une herbe; ils se livrent à des ébats multiples pour se disputer cette proie, s'entrechoquant les uns les autres en nageant et sautant hors de l'eau dans la lutte épique qui accompagne la recherche de cette manne.

Ces petits poissons, d'une taille à peu près égale à la longueur de l'index, imposent des lois à plus

puissants qu'eux en apparence : aucune mesure, aucune force n'est susceptible d'empêcher ce gaspillage.

Le Rotengle est plus méticuleux, et on peut le voir choisir avec un soin jaloux l'endroit où il pourra confier ses œufs, surveillant l'incubation, venant et revenant sans cesse aux endroits où ils sont déposés, exerçant de la sorte une surveillance active sur sa progéniture : les œufs adhèrent aux herbes comme ceux de la Carpe.

Il n'est plus possible ici de fixer exactement le temps de l'incubation; les espèces qui ont pondu précédemment, et dont les alevins sont éclos, donnent lieu à une circulation intense de jeunes poissons, qui masque le phénomène à observer.

IV. — EAUX A + 19° A + 22°.

La ponte de ce groupe est effectuée, *en eau dormante*, du 23 mai au 10 juin, et *en eau courante*, du 15 juin au 15 juillet. On y compte cinq espèces pour la reproduction en *eau dormante*, et six pour la reproduction en *eau courante*, en dehors des espèces pour lesquelles l'observation fait défaut.

En *eau dormante*, ces espèces sont : le Chevaîne, dont la reproduction n'aboutit pas; le Goujon, dont la reproduction n'aboutit pas; l'Ablette commune, douteux; la Tanche, dont la reproduction donne des résultats; la Bouvière, dont la reproduction donne des résultats.

Ces cinq espèces se préparent à la reproduction; elles se bornent au geste si les conditions ne sont point favorables. Elles se rassemblent peu de jours après la ponte du troisième groupe, alors qu'en *rivière* leurs rassemblements manifestent des écarts de vingt à quarante jours suivant l'espèce. Les pontes du Chevaîne et du Goujon demeurent stériles; celle de l'Ablette commune est incertaine; enfin, la Tanche produit quelques descendants, ainsi que la Bouvière, dont la multiplication est considérable; la petite taille de cette dernière, qui n'offre aucune valeur économique, en fait un vaste garde-manger pour les espèces piscivores qui respectent des espèces plus utiles.

La Tanche, qui figure dans ce groupe, offre cette particularité de se reproduire deux fois en *eau dormante*, pendant la belle saison; elle effectue sa première ponte fin mai ou, au plus tard, les premiers jours de juin, et une deuxième à l'époque où elle procède à sa ponte unique en rivière, vers le 15 juillet et au delà; elle a donc en le temps, entre les deux dates, de reconstituer un nouvel ovaire.

D'autres espèces possèdent également cette faculté de reproduction double, telles que la Bouvière et le Gardon; mais, pour ce dernier, la chose

est d'ordre moins général et ne présente que des cas particuliers sans importance réelle : c'est là une caractéristique des modifications que l'eau dormante impose aux mœurs des poissons de nos rivières.

En *eau courante*, le Chevaïne pond le 20 juin; le Barbeau, le 25 juin; le Goujon, le 10 juillet; l'Ablette commune, le 10 juillet; la Bouvière, le 10 juillet et la Tanche, le 15 juillet.

En *rivière*, la Tanche dépose ses œufs en plusieurs pontes échelonnées à plusieurs jours d'intervalle, alors qu'en *eau dormante* elle la répand en une seule journée; en outre, quelques sujets déposent leurs œufs à une époque très reculée, et cette année, j'ai pu observer une Tanche de *rivière*, à la date du 28 juillet, qui était en pleine période de ponte. C'est donc pendant la saison chaude et des jours longs que l'on peut constater la plus grande activité dans la reproduction des espèces vivant en *rivière*.

TABLEAU I. — *Comparaison des pontes.*

	EN EAU DORMANTE]	EN EAU COURANTE
Perche	10 avril.	15 avril.
Brème-Gardon . . .	11 mai.	25 mai.
Carpe-Rotengle . . .	20 mai.	10 juin.
Chevaïne	25 mai.	20 juin.
Barbeau	néant.	25 juin.
Ablette commune . .	30 mai.	10 juillet.
Goujon	30 mai.	10 juillet.
Tanche	30 mai.	15 juillet.
Bouvière	30 mai.	15 juillet.

TABLEAU II. — *Récapitulation numérique des pontes pendant les périodes du printemps et de l'été.*

	EN EAU DORMANTE	EN EAU COURANTE
Avril	1 espèce.	1 espèce.
Mai	9 espèces.	2 espèces.
Juin	néant.	4 espèces.
Juillet	néant.	4 espèces.

Les tableaux I et II, ci-dessus, ne mentionnent pas la deuxième ponte des espèces vivant dans l'eau dormante; cette disposition en fait donc de simples tableaux comparatifs. Pour être complet, il aurait fallu ajouter, dans le mois de juillet, le nom ou la numération des espèces effectuant une double ponte. Mais j'ai surtout tenu, dans cet article, à mettre en évidence les différences qui résultent de l'influence du milieu.

TABLEAU III. — *Époques d'interdiction de la pêche pour une période de deux mois.*

EN EAU DORMANTE	EN EAU COURANTE
<i>En chiffres ronds :</i>	
Du 15 avril au 15 juin.	Du 15 mai au 15 juillet.
<i>En chiffres réels :</i>	
Du 5 avril au 5 juin.	Du 20 mai au 20 juillet.

P. Hüet,

Ancien préparateur
au Muséum national d'Histoire naturelle.

REVUE ANNUELLE D'HYGIÈNE

PREMIÈRE PARTIE : LES MALADIES TRANSMISSIBLES. HYGIÈNE URBAINE

La lutte contre les maladies transmissibles, celles que l'on est en droit d'appeler les maladies évitables, se poursuit avec ardeur dans tous les pays civilisés. Le voile qui nous cache le mécanisme de l'immunité naturelle ou artificielle se soulève peu à peu. Mais il faut avouer qu'actuellement, pour le spectateur impartial qui ne veut pas se laisser endoctriner par une École exclusive, il est encore bien difficile de se faire une idée exacte des processus suivis dans l'organisme vivant pour lutter contre l'infection présente ou future. Aussi, dans cette revue d'Hygiène, laissons-nous ce point de vue pour n'envisager que les résultats pratiques obtenus vis-à-vis d'un certain nombre de maladies contagieuses. A dessein, nous avons limité le passage relatif à la tuberculose à quelques points spéciaux; l'excellent article de M. Romme paru dans le numéro de la *Revue* du 30 juin 1906 nous

dispensait de nous étendre plus longuement sur les mesures prophylactiques proposées.

I. — FIÈVRE TYPHOÏDE ¹.

Les opinions sur le mode de contagion et, par suite, sur la prophylaxie de la fièvre typhoïde ont

¹ Bibliographie :

- TALAYRACH : La lutte contre la fièvre typhoïde en Allemagne. *Revue d'Hygiène*, avril 1902.
FICKER et HOFFMANN : Ueber neue Methoden der Nachweise von Typhusbacillen. *Hygienische Rundschau*, 1901.
J. SIMONIN : L'eau de caserne et la fièvre typhoïde. *Bulletin médical*, 1905.
NATTAN-LARRIER : *Presse médicale*, 1904.
BASSENGE-MARTIN MEYER : *Deut. Med. Wochenschrift*, 1905.
KOLLE : Veröffentlicheungen aus dem Gebiet des Militärsanitätswesen, fasc. 28, 1905, Berlin.
JOB et GRIZEZ : La vaccination antityphoïdique. *Revue d'Hygiène*, mai 1906.

singulièrement varié dans ces dernières années. En France, les partisans de la théorie hydrique dominant encore, et, aussitôt qu'une épidémie de fièvre typhoïde éclate dans une localité, on incrimine l'eau; cependant, dans les milieux militaires mêmes, il se produit une heureuse réaction et, sans rejeter le rôle étiologique incontestable de l'eau souillée, on se préoccupe de plus en plus des autres conditions hygiéniques.

Ainsi Simonin, agrégé du Val-de-Grâce, dans une étude sur l'eau des casernes, n'hésite pas à conclure que la consommation constante d'eau bactériologiquement pure n'éteindra pas la fièvre typhoïde dans l'armée, car il ne faut pas restreindre au facteur hydrique le domaine étiologique de cette maladie.

La campagne menée par Chantemesse sur le rôle des mouches comme agents de propagation des différentes maladies infectieuses commence à porter ses fruits, mais il fallait l'autorité de l'inspecteur général des Services sanitaires pour faire entrer dans l'esprit de nos hygiénistes officiels ces idées qui, depuis plusieurs années, avaient été répandues à l'étranger par Nuttall et d'autres.

En Allemagne, l'École bactériologiste, avec Koch, par une réaction certainement excessive, relègue au second plan la contagion par l'eau. L'artant de ce principe que la longévité du germe typhique en dehors du corps humain est exceptionnellement courte, elle pose carrément en principe que c'est le contact qui est dangereux, qu'il faut traiter une épidémie de fièvre typhoïde comme on attaquerait actuellement une épidémie de choléra.

Le point de départ de toute infection typhoïde est donc, d'après Koch, le corps humain atteint de fièvre typhoïde, convalescent de fièvre typhoïde ou ayant été en contact avec un typhique. Le bacille d'Eberth ne réside pas seulement dans l'intestin. Neufeld l'a isolé des taches cutanées; Petruschki a montré sa présence dans les urines, non seulement pendant l'état aigu, mais longtemps après la période de convalescence. Doenitz rapporte le cas de la femme d'un gendarme qui, six mois après sa guérison, avait encore le bacille dans ses urines et a transmis la maladie à son mari.

L'étude d'une épidémie violente de dothiénentérie dans un district rural de la Prusse Rhénane, par Frosch, plaide en faveur de la théorie de la contagion directe. L'eau ne pouvait être incriminée et la morbidité a surtout frappé les femmes et les

enfants qui se trouvaient en rapports intimes avec les malades.

Les mesures prophylactiques ont été appliquées avec la rigueur allemande. La déclaration obligatoire prescrite dans le district de Trèves, dès 1900, entraînait une contre-visite médicale par le médecin du district. Autant que possible, le malade était transporté immédiatement dans une baraque d'isolement Doecker; mais la loi allemande ne permet l'hospitalisation d'office que pour les cas d'extrême nécessité et après avis de la Commission médicale de la province; si le malade restait chez lui, une plaque noire apposée à la porte de la maison signalait le cas. Le Service sanitaire procédait à une désinfection rigoureuse et renouvelée, avec crésol, lait de chaux et chlorure de chaux; les convalescents, les parents ou domestiques étaient soumis à la surveillance sanitaire, c'est-à-dire que, deux fois par semaine, les excréta (féces et urine) et le sang étaient soumis à un examen bactériologique. Des mesures aussi rigoureusement exécutées amenèrent rapidement l'extinction de l'épidémie.

L'observation de l'épidémie de l'asile d'aliénés d'Andernach (35 cas sur 500 internés en septembre 1905) est une nouvelle preuve de la contagion directe. La seule cause d'infection fut une vieille femme, employée à l'épluchage des légumes, dont les déjections étaient très riches en bacilles typhiques.

Les mesures prophylactiques allemandes ont été singulièrement favorisées par les progrès apportés dans les procédés pour la recherche du bacille typhique. La méthode de Drigalski-Couradi date de 1902, mais elle a subi successivement de nombreux perfectionnements, et aujourd'hui elle permet de reconnaître rapidement le bacille d'Eberth dans les selles et dans le sang. L'identification du bacille cultivé sur milieu lactosé et tournesolé se réalise par la réaction agglutinante avec du sérum d'animaux immunisés.

Koch, comme nous le disons plus haut, appuie ses considérations sur le peu de résistance du bacille typhique dans l'eau et sur la rareté de sa découverte dans les eaux suspectes. La multiplicité même des procédés préconisés pour rechercher ce bacille dans l'eau montre que les bactériologistes sont encore à la recherche d'une méthode sûre pour isoler l'agent incriminé. Depuis que Roth a montré que l'addition de caféine au milieu de culture favorise la vitalité du bacille d'Eberth en arrêtant le développement du colibacille, on a proposé de nombreuses modifications; c'est ainsi que Ficker, en précipitant l'eau incriminée par le sulfate de fer, en centrifugeant, puis en ensemençant après pullulation en milieu caféiné sur plaques de Drigalski, affirme pouvoir reconnaître la présence du bacille quand un seul individu de cette espèce a

Suite de la note de la page précédente :

PALAUINO-BLANDINI : Profilassi specifica del tifo addominale. *Annali di Igiene sperimentale*, 1905.

FRIEDEL : Die Typhusuntersuchungen. *Hygienische Rundschau*, 1906.

été mêlé à 50.000 autres germes. Nous ne pouvons rappeler ici les autres procédés publiés dans ces trois dernières années.

Nous n'avons pas, dans une revue d'hygiène, à parler du traitement de la fièvre typhoïde, mais, par contre, les essais de vaccination contre cette redoutable maladie méritent de fixer l'attention. Déjà Chantemesse avait indiqué l'immunisation possible des souris, et, plus récemment, il n'hésita pas à immuniser le personnel de son service de typhiques par des injections préventives. Deux tentatives ont été faites dans ces dernières années, par les Anglais, pendant la guerre sud-africaine et, plus récemment, dans leur armée des Indes, et enfin par les Allemands pendant la campagne contre les Herreros. Les Anglais ont utilisé le vaccin de Wright, obtenu en stérilisant par la chaleur une culture en bouillon de bacilles typhiques; les Allemands ont surtout employé le procédé de Pfeiffer-Kolle: injections de doses élevées d'une culture sur gélose chauffée à 60°. Citons encore les méthodes de Bassenge-Rimpau: doses faibles de cultures sur gélose; de Wassermann: inoculation de poudre vaccinale; de Neisser-Sliga: injection de culture filtrée.

Nos connaissances sur les propriétés du sérum des typhiques en voie de guérison et, par suite, immunisés contre de nouvelles attaques, ont permis de vérifier expérimentalement la valeur des différentes vaccinations proposées. Les travaux de la Commission allemande de l'Institut des Maladies infectieuses de Berlin, sous la direction de Kolle, ceux de Paladino-Blandini en Italie permettent de juger l'efficacité de ces méthodes.

La vaccination doit donner au sérum de l'individu vacciné un pouvoir bactériolytique et agglutinant vis-à-vis du bacille typhique au moins identique à celui du sérum des individus immunisés par une attaque antérieure de fièvre typhoïde, et, d'autre part, elle ne doit pas provoquer de réactions trop intenses.

Le procédé Pfeiffer et Kolle, qui est considéré comme le meilleur par la Commission allemande, donne lieu malheureusement à des réactions générales: fièvre, tachycardie, albuminurie souvent inquiétantes.

Quant aux résultats pratiques, ils sont encore peu nets. La morbidité typhique dans l'armée anglaise sud-africaine aurait été réduite de 60% à la suite des vaccinations de Wright: c'est un beau résultat s'il peut être confirmé. Dans l'Afrique allemande, Stendal et Schian estiment que les inoculations préventives Pfeiffer et Kolle, faites sur 2.000 soldats, ont été certainement pour beaucoup dans la diminution de la morbidité dans les troupes envoyées contre les Herreros.

Le corps d'occupation de Tunisie et d'Algérie paie chaque année un lourd tribut à la fièvre typhoïde; il serait indispensable que notre Service sanitaire entreprit des essais dans nos postes les plus dangereux.

II. — FIÈVRE JAUNE¹.

Les travaux de la Commission américaine à Cuba en 1901 ont très nettement établi les conditions épidémiologiques de la fièvre jaune.

Si l'agent pathogène n'a pas encore été rigoureusement caractérisé, on sait qu'il existe dans le sang des individus infectés depuis douze jours, qu'il est excessivement petit, puisqu'il traverse les filtres Berkefeld, qu'il est très fragile, un chauffage de dix minutes à 53° suffisant à rendre le sang inoffensif. Les déjections des malades et le contact direct de ceux-ci paraissent sans danger. Ces faits ont reçu une confirmation complète depuis 1901, par les recherches de Guiteras à la Havane, de Ribas et Lutz au Brésil, des Commissions allemande et française du Brésil. La note discordante est donnée par Hebbins King, ancien médecin en chef de l'armée de Cuba, Treille, et surtout Sanarelli, le défenseur du bacille ictéroïde et l'adversaire déclaré de la théorie culicidienne de Finlay.

Le rôle d'un moustique particulier, le *Stegomyia fasciata*, ayant été établi par les travaux cités, il était intéressant de savoir si d'autres moustiques pouvaient être incriminés; les enquêtes poursuivies simultanément sur tous les points où sévit la fièvre jaune ont démontré que, seul, le *Stegomyia* devait être mis en cause. Cette observation est des plus importantes, car ce *Stegomyia* présente heureusement une extrême sensibilité aux variations thermiques. C'est un moustique thermophile qui pullule vers 28°, meurt au delà de 39° et s'engourdit au-dessous de 13°; il suffit même que la température nocturne soit inférieure à 22° en moyenne, pour que le redoutable insecte ne puisse plus se développer. Ces observations expliquent comment

¹ Bibliographie :

DE AZUAGA: Febro Amarilla e Mosquito. *Revista de medicina* Rio de Janeiro, 10 avril 1904.

CHANTEMESSE et BOBEL: Fièvre jaune et moustiques. *Acad. de Médecine*, 1905, et 1 vol. de 96 pages, Paris, 1903.

DURY: Épidémiologie de la fièvre jaune. *Revue d'Hygiène*, janvier 1905.

CHANTEMESSE: La fièvre jaune à la Nouvelle-Orléans. *Hygiène générale*, janvier 1906.

FINLAY: Rapport sur la fièvre jaune à la Havane, janvier 1906.

SANARELLI: La propagation de la fièvre jaune. *Revue d'Hygiène*, mai 1906.

W. GORGAS et F. FAJARDO: Rapports au Congrès de Lisbonne, 1906.

MARCELOUX et SIMOND: Etudes sur la fièvre jaune. *Annales de l'Institut Pasteur*, janvier et février 1906.

la zone du *Stegomya* et, par suite, de la fièvre jaune, est limitée entre les latitudes 43° Nord et Sud.

Chantemesse et Borel, dans une étude générale, font remarquer que le seul port de la France continentale compris en deçà de ces limites est Port-Vendres.

Quels sont les résultats pratiques que ces connaissances étiologiques ont entraînés? Nous ne parlerons pas de Cuba, où la démonstration de l'efficacité des mesures prophylactiques a été faite dès le début, mais où les conditions d'application étaient spéciales. Il ne faut pas oublier que, les Américains agissant à Cuba en milieu délivré, ou conquis pour être plus exact, les mesures furent rigoureuses et appliquées en vertu de la loi martiale. Il est plus intéressant d'étudier les méthodes utilisées à Rio-de-Janeiro et à la Nouvelle-Orléans.

Les ports du Brésil jouissaient d'une réputation justifiée comme foyers endémiques de la fièvre jaune. La campagne sanitaire entreprise par le Directeur du Service de santé, Oswaldo Cruz, est donc des plus intéressantes à exposer; grâce à l'appui éclairé et personnel du Président de la République Brésilienne, les crédits ont été largement accordés. Une guerre acharnée fut faite aux moustiques, des appareils Clayton versèrent des torrents d'acide sulfureux dans les égouts et dans les maisons suspectes. Une brigade sanitaire de 1.200 hommes fut mobilisée. Aussitôt un cas signalé, le malade était transporté à l'hôpital spécial, ou, s'il voulait rester chez lui, sa chambre était garnie de volets à toile métallique, des kilos de poudre de Pyrèthre brûlés; enfin l'hôpital d'isolement de San Sebastiano fut organisé spécialement. M. Loir raconte son étonnement lors de sa visite à cet hôpital; avant de pénétrer dans les salles des varioleux (la variole à Rio a donné, en 1903-1904, 6.000 cas et 3.500 décès), on lui fait revêtir un sarrau de toile; à la sortie, désinfection rigoureuse des mains et de la tête; puis, dans la salle des malariques, aucune précaution de ce genre: le linge souillé est jeté dans un coin sans désinfection; mais, par contre, chaque malade est isolé dans un box grillagé où l'on ne pénètre que par une porte à double tambour, de sorte qu'aucun *Stegomya* ne peut venir en contact avec le malade et se charger du virus.

Résultats: de 1899 à 1903, on avait compté en moyenne, dans le mois de janvier, 150 cas à Rio; dès l'année 1904, avec les mesures nouvelles, le nombre des cas tombe à deux, et, depuis cette époque, les chiffres ont été tels, malgré une certaine recrudescence en 1905, que la Conférence sanitaire panaméricaine a pu accepter une modification profonde dans les règlements qui visaient les navires venant des ports brésiliens.

L'épidémie de 1905 de la Nouvelle-Orléans est un exemple typique de l'utilité des mesures prises et du danger des demi-mesures. En juillet 1905, un navire chargé de fruits arrivait du Honduras; une faute du Service sanitaire permit le débarquement, et bientôt la colonie italienne devient un foyer de fièvre jaune. Le Bureau de santé, tout en prenant quelques mesures, cache l'épidémie; mais, le 21 juillet, on relève 100 cas et 21 décès; l'épidémie se montre beaucoup plus violente qu'en 1878. C'est alors que White, le chef du Service de santé de la Marine, prend la direction de la lutte; les malades sont isolés, les maisons grillagées, on brûle 300 tonnes de soufre par jour, on pétrole les eaux stagnantes, et des conférences populaires avec projections sont multipliées dans tous les quartiers, en anglais, français, allemand, italien, suivant les endroits. Les chiffres suivants suffisent pour montrer l'efficacité des mesures prises et aussi le danger des atermoiements:

	1878	1905
Du 21 juillet au 12 août . . .	550	900 cas.
Du 21 septembre au 12 octobre . .	4.500	1.000 —
Pendant toute l'épidémie . . .	10.000	3.000 —

Il faut ajouter, pour faire ressortir la différence en faveur de 1905, que la population de la Nouvelle-Orléans a doublé de 1878 à 1905.

La théorie eulclidienne est cependant vivement attaquée par Sanarelli, qui, dans son dernier Mémoire, reprenant les observations de Rio-de-Janeiro, de la Nouvelle-Orléans, de la Havane, soutient que les mesures prophylactiques dirigées contre les *Stegomya* ne représentent « qu'une énorme quantité de travail et d'argent dépensés en pure perte et une illusion de moins ». La chute de la mortalité, d'après lui, ne s'explique que par les mesures sanitaires générales appliquées dans toutes ces localités et surtout par les « variations » du genre épidémique. Il cite, par exemple, le cas de la ville de Santos, étudié par Catunda, où les mesures d'hygiène générale, sans présenter de caractères particuliers, auraient suffi pour supprimer la fièvre jaune, les moustiques continuant à pulluler.

Opinion absolument en désaccord avec celle de Da Piza, le délégué brésilien à la Conférence internationale de Paris en 1903. Au Congrès de Médecine de Lisbonne, les deux rapporteurs ont soutenu les deux opinions opposées: alors que W. Georges, de Washington, admet comme établi le rôle exclusif du moustique, Fajardo, de Rio-de-Janeiro, considère que l'étiologie de la fièvre jaune n'est pas encore rigoureusement établie; toutefois, il ne partage pas toutes les idées de Sanarelli et reconnaît l'utilité de la lutte entreprise contre les *Stegomya*.

III. — TUBERCULOSE¹.

Nous ne pouvons, dans cette revision générale, analyser, passer même succinctement en revue toutes les questions touchant la tuberculose qui ont été abordées, discutées depuis trois ans, et nous ne citerons que quelques points spéciaux.

Le 23 janvier 1906, M. A. Robin, en montrant que toutes les statistiques concernant la tuberculose sont plus que suspectes, amenait l'Académie de Médecine à discuter l'opportunité de la déclaration obligatoire de cette maladie. Mais l'Académie ne se fait pas d'illusion sur l'efficacité de la loi sanitaire de 1902; elle sait que 10% à peine des maladies inscrites dans cette loi sont déclarées par le médecin traitant, et M. Hérard, le président du Congrès de la tuberculose de 1905, avec toute l'autorité que lui donnent son âge et son caractère, n'a pas hésité à affirmer que les conséquences de la déclaration obligatoire de la tuberculose seraient telles pour le médecin, que celui-ci étudiera sans cesse la déclaration transformée en loi... Après de longues discussions, l'Académie s'est contentée de demander la déclaration obligatoire après décès, ce qui ne nous renseignera pas sur la morbidité. Enfin, elle a demandé que l'obligation légale ne vise pas uniquement le médecin, mais aussi le chef de famille ou de collectivité. Cette mesure indispensable avait été inscrite dans la loi de 1892; par suite d'une aberration des législateurs, elle avait été supprimée dans la loi de 1902, et cette suppression a suffi pour rendre la loi inapplicable.

Les mesures législatives visant la déclaration de la tuberculose dans les différents pays sont assez récentes. C'est en 1898 que l'Etat de New-York inscrit l'obligation dans ses règlements sanitaires; l'année suivante, même règlement dans certains Etats allemands: Bade, Saxe, Altenburg, Wiesbaden. En 1901, la loi italienne vise la tuberculose pulmonaire à tous les degrés. En 1903, la Prusse introduit la déclaration obligatoire après décès ou changement de domicile, mais seulement pour les tuberculoses pulmonaires ou laryngées. La loi norvégienne de 1900 était beaucoup plus complète, puisqu'en dehors de la déclaration, elle autorisait les Commissions sanitaires à prescrire l'internement d'office dans certains cas déterminés. Par une lacune curieuse, la désinfection n'était pas ordonnée.

Enfin, en 1905, le Danemark vote une loi sur le même sujet: déclaration obligatoire; désinfection ordonnée par la Commission sanitaire après décès

ou départ; interdiction aux femmes tuberculeuses d'être nourrices mercenaires; mise à la retraite, avec les deux tiers de leur traitement, de tous les maîtres d'écoles tuberculeux: isolement, sinon obligatoire, au moins très facilité, des tuberculeux. C'est surtout dans l'hospitalisation de ces malades que les lois danoises présentent un intérêt tout particulier. A côté des kysthospitaler (hôpitaux maritimes pour les enfants scrofuleux), des kystsantorier pour les enfants moins gravement atteints, des folksantorier pour les tuberculeux susceptibles de guérison, la loi vise le tuberkulosehospital, pour les malades trop gravement pris pour guérir, et les plejehjem, sorte d'asiles pour les tuberculeux qui, sans avoir besoin de soins hospitaliers, sont dans l'impossibilité de gagner leur vie.

L'Etat contribue à tous ces frais dans la proportion de 75% et la commune complète la somme.

La question de l'unicité de la tuberculose, mise en doute par Koch au Congrès de Londres de 1901, est restée le grand sujet de controverse.

Les Congrès de Berlin, Bruxelles et Paris ont nécessairement été préoccupés de ce problème. Dans ce dernier Congrès, Kossel de Giessen, Ravelle de Philadelphie, Lignières d'Alfort, ont combattu la théorie uniciste, soutenant l'existence de deux types du bacille tuberculeux, le type humain et le type bovin, morphologiquement et biologiquement distincts, par opposition aux défenseurs de la théorie uniciste, représentés par Arloing de Lyon, de Jong de Leyde, Lydia Rabinowitch de Berlin. Mais, au point de vue pratique, il est important de noter que les partisans de la conception de Koch ne sont plus aussi exclusifs et qu'ils ne contestent plus, comme le faisait le Maître à Londres, la transmissibilité possible de la tuberculose bovine à l'homme. Ce qui reste contesté par l'Ecole de Berlin, c'est la fréquence de cette transmission et la porte d'entrée du bacille dans l'économie.

A Londres, Koch avait soutenu que l'intestin n'est presque jamais la voie d'inoculation, que la tuberculose intestinale est excessivement rare chez le jeune enfant et que la voie respiratoire est la seule à surveiller. Cette affirmation, qui avait pour conséquence la suppression de toutes les mesures préservatrices contre le lait distribué aux enfants, a soulevé de vives protestations. Les cliniciens ont apporté contre cette idée des statistiques probantes: Behring a soutenu que la phthisie pulmonaire n'a, au contraire, presque toujours pour origine une infection tuberculeuse intestinale acquise en bas âge. Calmette et Guérin ont apporté la démonstration expérimentale de l'infection intestinale cause originelle de la tuberculose pulmonaire, et ils concluent même que, si les poussières peuvent être infectantes, ce n'est pas tant parce qu'elles sont

¹ Bibliographie :

DREYER : La tuberculose en Danemark. Copenhague, 1904.
VERHAEGHE : La lutte contre la tuberculose au Danemark.
Revue d'Hygiène, août 1905.

aspirées par l'appareil pulmonaire, mais ingérées par l'appareil digestif. Le seul point de divergence avec Behring porte sur l'âge où la contamination est plus fréquente. Pour Calmette et Guérin, l'adulte est plus susceptible que le jeune sujet, la barrière formée par les ganglions lymphatiques étant moins parfaite chez le premier que chez les seconds.

Systématiquement, nous laisserons la question des vaccins immunisants contre la tuberculose, malgré le bruit fait sur ces méthodes. Les préparations de Maragliano, von Behring, Lannelongue, Achard, Rapin et tant d'autres ne sont pas encore entrées dans le domaine pratique. Quant à la lutte sociale contre la tuberculose, elle continue à soulever une série de problèmes. Les sanatoria paraissent de moins en moins en faveur, et, comme le faisait remarquer le rapporteur belge Beco, on a représenté le sanatorium comme le pivot de la lutte anti-tuberculeuse, alors qu'il n'en sera jamais qu'un élément secondaire. D'ailleurs, les dispensaires anti-tuberculeux coûtent encore trop cher quand ils sont bien organisés, comme celui de Calmette, de Lille, pour jouer un rôle très efficace. Le Congrès a donné une idée exacte de l'opinion générale actuelle en affirmant que sanatoria et dispensaires constituent un moyen de lutte qui ne peut avoir rien d'exclusif ni de prédominant, le problème de l'habitation salubre dominant toujours la prophylaxie de la tuberculose. La tuberculose est avant tout une maladie sociale, qui ne peut être attaquée que par des modifications dans l'état social. L'École allemande, avec Bielefeldt, préconise surtout l'assurance ouvrière obligatoire, alors que l'École française, avec Fuster, demande le développement des institutions de mutualité. Mais rien ne sera efficace tant que la plaie de l'alcoolisme gangrènera les milieux pauvres.

IV. — CHOLÉRA¹.

Le choléra, qui avait sévi en Russie en 1904, pénétrait en Allemagne le 15 août 1905 par la frontière russe et gagnait assez rapidement le centre du pays en suivant les voies fluviales. Mais il ne s'agit pas ici du transport par l'eau des fleuves, car le choléra a souvent remonté le courant, et ce sont les bateliers qui ont été constamment les agents de transport. Devant les menaces venant de Russie, l'Allemagne avait précisément renforcé sa loi sanitaire de 1900 par de nouvelles mesures législa-

tives promulguées le 20 février 1904. Il semble que ce sont ces mesures, appliquées avec la rigueur allemande, qui ont enrayé la marche de l'épidémie et préservé la France.

La prophylaxie allemande repose essentiellement sur le principe du microbisme latent, si bien exposé par Borel dans son étude du choléra et de la peste en Orient. La loi de 1904 prescrit non seulement l'isolement des malades, mais aussi l'isolement de tout individu sain en apparence, mais présentant du bacille du choléra dans ses selles.

Contre la dissémination, c'est à la prophylaxie individuelle que les Allemands ont eu recours; contre la propagation, la loi comporte une réglementation sévère des voies et moyens de transport, surtout en ce qui concerne la batellerie. En outre, le passage des émigrants à travers l'Empire se fait, suivant l'expression de Chantemesse, en *vase clos*. Au port d'arrivée ou à la station frontière, l'émigrant est placé sous la surveillance sanitaire: il est lavé, désinfecté, puis dirigé vers le port d'embarquement sans qu'il soit perdu de vue un instant par le Service de l'émigration. Si nous comparons avec ce qui se passe en France, on est frappé de l'insouciance du Gouvernement. C'est le Professeur Chantemesse, inspecteur général de l'hygiène, qui jette le cri d'alarme. Les lois sur l'émigration datent de 1862.

Or, de 70.000, le nombre des émigrants embarqués en France a passé à 800.000, dont 70.000 venant d'Orient. Tous ces individus, le plus souvent dans des conditions physiologiques médiocres, transitent, séjournent dans les villes sans être l'objet d'une surveillance sanitaire. C'est seulement au port d'embarquement que le médecin apparaît, et encore est-ce uniquement parce que, les Etats-Unis refusant impitoyablement tout sujet suspect, les Compagnies ne veulent pas s'exposer à supporter les frais de retour. Que fait-on des émigrants ainsi refusés par les Compagnies ou tout au moins ajournés? On les envoie dans des hôtels quelconques sans surveillance. Une réglementation établie d'après les données actuelles de la science s'impose nécessairement.

V. — PESTE¹.

Les ravages de la peste dans les Indes, loin de diminuer, s'accroissent d'année en année avec

¹ Bibliographie :

HALDANE et WARE : On the destruction of rats and disinfection on shipboard. *Reports to the local Government Board*, Londres, 1904-1906.

HUNTER : *Centralblatt f. Bakteriologie*, novembre 1905.

HERZOG : Zur Frage der Pestverbreitung durch Insecten. *Zeitsch. f. Hygiene*, 1905, p. 265.

SERNA : El poder desinfectante del Anhidrido sulforoso ozonizado. *Anales del Dep. de Hygiene*, Buenos Ayres, 1905.

¹ Bibliographie :

CHANTEMESSE et BOREL : L'épidémie de choléra en Allemagne et ses enseignements. *Hygiène générale*, février 1906.

CHANTEMESSE et BOREL : Mouches et choléra, Paris, 1905.

MAC LAGLIN : United States Public health Reports, 1905.

une rapidité effrayante. En 1901, les statistiques anglaises donnaient une mortalité de 275.000; en 1904, le chiffre des décès atteignait le million, et en 1905, le chiffre de 1.200.000 a certainement été dépassé. Dans toutes les autres contrées du monde, la peste devient endémique; on la retrouve dans les ports de l'Amérique du Sud, d'Afrique, d'Australie et même d'Europe; mais, sauf en Asie et en Egypte, il s'agit de cas isolés, ce qui prouve que des mesures sanitaires suffisent, sinon à éteindre les foyers, au moins à les circonscrire. Il faut signaler le fait que, dans la colonie du Cap, bien que l'on ait constaté l'infection des rongeurs, il n'a pas été observé de cas humain depuis dix-huit mois. Le rôle des insectes dans la propagation de toutes les maladies contagieuses devient dominant. Chantemesse et Borel ont insisté sur le rôle des mouches comme agents vecteurs du choléra; Hunter, de Hong-Kong, apporte de nouvelles expériences sur le transport du bacille pesteux par les mouches. Non seulement les mouches peuvent s'imprégner du bacille pesteux extérieurement, mais encore l'absorber et le transporter dans leurs déjections, le passage dans l'intestin de ces insectes n'altérant pas la vitalité du bacille. Pour Hunter, si les mouches, les blattes sont dangereuses, par contre les insectes suceurs, moustiques, poux, punaises, le seraient peu ou, du moins, ne le seraient que par la dissémination des germes sur les aliments et non par inoculation directe. Herzog, de Manille, croit, au contraire, que les poux peuvent inoculer la peste.

Contre l'importation de la peste par mer, le grand moyen reste la détartration des navires. La Conférence internationale de Paris ayant insisté sur la nécessité de cette mesure, de nombreux procédés ont été préconisés : l'acide carbonique liquéfié et détendu dans les cales, l'oxyde de carbone préconisé par Nocht de Hambourg, l'acide sulfureux obtenu par la combustion directe du soufre dans le navire même, par la combustion dans un four spécial (appareil Clayton), par la détente d'acide sulfureux liquide soit pur, soit après électrisation (appareil Marot), la combinaison de l'acide sulfureux et de l'oxyde de carbone (appareil Gauthier).

L'acide carbonique a été abandonné; il était trop onéreux et l'emploi de grandes quantités de bonnes sous forte pression n'était pas sans danger, ainsi que le prouve l'accident récent arrivé à Paris sur une voiture chargée d'une seule bonne; l'oxyde de carbone a provoqué la mort de plusieurs débardeurs à Hambourg. Quant aux différents procédés de sulfuration, la question porte principalement sur le prix de revient. Les propriétés nouvelles acquises par l'électrisation de l'acide sulfureux sont discutables; on ne parle plus d'ozonisation, la production d'ozone n'ayant pu être dé-

montrée, au moins en proportion utile, et il reste à prouver qu'une sulfuration avec de l'acide sulfureux liquide transporté en bonbonnes spéciales sera moins coûteuse que la combustion directe du soufre dans un four *ad hoc*. Les recherches de Haldane Wade ont montré que, suivant la nature de la cargaison, la quantité d'acide sulfureux nécessaire pour amener un pourcentage suffisant varie énormément, et, par suite, qu'il faut prévoir pour un navire chargé plus de gaz sulfureux que pour un navire vide.

VI. — PALUDISME¹.

La lutte contre le paludisme, sous l'influence des conceptions nouvelles introduites par Donald Ross en 1897, a donné des résultats très divers suivant les pays et aussi suivant la rigueur avec laquelle les prescriptions hygiéniques ont été suivies.

En Italie, le pays de choix pour une expérience de prophylaxie, la méthode mixte a surtout été suivie : traitement quinique et préservation mécanique contre les moustiques. Les lois successives de 1900, 1902, 1903, 1904 ont permis de mettre à la portée de tous de la quinine chimiquement pure, soit qu'elle soit vendue dans les bureaux de tabac à un prix très minime, soit qu'elle soit même distribuée gratuitement par l'État, les communes ou les entrepreneurs des travaux publics. Les heures de travail dans les pays palustres ont été réglées de telle sorte que les travailleurs soient rentrés aux heures où les moustiques sont dangereux.

Dans l'Agro romano, la morbidité est passée de 17%, en 1900, à 1,3%, en 1904. Mais c'est principalement sur le personnel des Chemins de fer de l'Adriatique que l'expérience a pu être tentée scientifiquement. Ricchi, qui a dirigé cette campagne, s'est attaché au double système chimique et mécanique, ce dernier consistant dans le grillage des habitations. La morbidité de 1886 à 1905 est tombée de 87% à 33%. En Sicile, Fontana apporte une statistique encore plus caractéristique, parce qu'elle porte sur la même année 1904. Dans les régions où la prophylaxie fut appliquée, la morbidité n'atteignit pas 12%, alors que dans les régions voisines, mais sans mesures particulières, elle dépassa le chiffre énorme de 274%. Battesti, qui a entrepris la lutte contre la

¹ Bibliographie :

LAVERAX : Anophèles et Paludisme à Madagascar. *Acad. de Médecine*, 1904.

Atti della Società per gli studi della Malaria. Très nombreux et importants mémoires. t. V et VI, Roma, 1904-1905.

BATTESTI : Notions pratiques sur la protection des habitations. *Revue d'Hygiène*, janvier 1906.

BLANCHARD : Les moustiques. 1 vol. in-8°. Paris, 1905.

MARIOTTI BIANCHI : La profilassi antimalarica. *Giorn. medico del esercito*, 1905.

malaria en Corse, insiste sur une précaution qui ne paraît pas toujours avoir été indiquée : la nécessité absolue de garnir les cheminées de toiles métalliques en même temps que les fenêtres. Quand cette précaution n'est pas prise, les moustiques pénètrent par les cheminées et ne peuvent plus sortir par les fenêtres grillagées ; il en résulte que les maisons, mal protégées, sont plus remplies de moustiques que les autres habitations.

En Algérie, malgré les louables efforts de quelques médecins de colonisation, la lutte est mollement entreprise, et, cependant, les chiffres officiels indiquent pour 1904 près de 100.000 cas, avec plus de 7.000 décès. Or, comme le fait remarquer Laveran, les statistiques ne portent pas sur la moitié de la population algérienne, et l'on peut sans exagération admettre 240.000 cas et 18.000 décès. Dans l'armée d'Afrique, la morbidité est de 25 %, avec une mortalité heureusement très faible : 47 décès en 1904. Cette faible mortalité fait honneur à la thérapeutique des médecins militaires, alors que la haute morbidité accuse une insouciance grave des Pouvoirs publics. A Madagascar, la situation est encore plus désastreuse : des régions comme l'Emyrne centrale, qui, avant l'occupation française, étaient indemnes du paludisme, sont aujourd'hui ravagées.

Les Japonais, qui nous ont donné de si admirables exemples des applications de l'hygiène pendant une guerre dans un pays plutôt insalubre, ont également engagé la lutte contre le paludisme, et Kermorgant, dans son étude sur la prophylaxie du paludisme, en cite un exemple typique. Dans un bataillon de 750 hommes, une compagnie de 115 hommes est organisée scientifiquement contre les moustiques : les hommes sont tous munis d'une moustiquaire de tête : pas un n'est atteint, alors que le reste du bataillon fournit 235 cas avec 7 décès.

La fièvre récurrente ou fièvre à rechutes, qui sévit si violemment dans l'Afrique tropicale et qui est provoquée par le spirille d'Obermeier, ne serait pas transmise par un moustique, mais par un insecte lignivore, l'*Ornithorus larigni*, qui rappelle par sa forme la punaise. L'*Ornithorus*, d'après les dernières recherches de Koch, poursuivies en 1903-1906 à Dar es Salam, vit dans les planchers des habitations et il inocule l'homme pendant son sommeil à l'aide de sa trompe acérée ; sa salive est chargée de spirilles d'Obermeier. La prophylaxie consiste à détruire par le feu les baraquements infectés et à faire camper les troupes et les colons en pleine brousse.

Nous avons vu qu'en Italie on avait utilisé la double prophylaxie ; ces mesures sont d'autant plus justifiées que le dogme de l'anophèle, agent unique

de la malaria, si imprudemment décrété par l'Académie de Médecine, est loin d'être universellement admis. Ainsi Mariotti Bianchi, qui a particulièrement étudié la lutte contre la malaria dans la garnison romaine et dans l'Agro romano, n'hésite pas à déclarer que l'influence tellurique : eau et sol, est encore un facteur que l'on ne saurait négliger. Gioffi, à Salerne, rapporte une épidémie de paludisme dans une localité (Sala) où les anophèles sont inconnus.

De nombreuses observations du même genre ont été rapportées depuis quelques années et il serait peut-être plus prudent de dire pour la malaria, comme pour la fièvre jaune : la preuve qu'*Anophèles* et *Stegomyia* sont les agents exclusifs du contagement n'est pas encore faite.

VII. — MALADIE DU SOMMEIL¹.

La maladie du sommeil, qui jusqu'ici avait paru presque exclusivement localisée aux indigènes africains, peut attaquer aussi dans une proportion inquiétante les blancs ; dans l'année 1903 seulement, nous avons pu relever sept observations sur des Européens, et il est évident que cette statistique est plus qu'incomplète. Parmi les victimes du trypanosome, il faut mentionner le médecin anglais Forties Tulloch, membre de la Commission anglaise pour l'étude de la maladie du sommeil, mort en juin 1903, après une maladie à marche très rapide. La découverte par Castellani du facteur étiologique, le trypanosome, a été confirmée par de nombreux travaux. Et, depuis l'observation de Manson, l'identité du trypanosome de la maladie de Dutton avec celui de la maladie du sommeil a été confirmée par les expériences de Nabaro et de Laveran, montrant que les singes immunisés contre un trypanosome, l'étaient également pour l'autre. Brumpt, dès 1903, émettait l'hypothèse que le parasite est transporté de l'individu malade à l'individu sain par l'intermédiaire de la mouche tsé-tsé, *Glossina palpalis*, hypothèse confirmée par les travaux de Bruce, Nabaro, Dutton, Best. Mais la *Glossina palpalis* ne paraît pas être le seul agent transmetteur ; d'autres glossines jouent également le même rôle. Greig, en 1905, a réussi à transmettre aux singes la maladie du sommeil en les faisant piquer par des *G. pallidipes*, *longipennis* et *fusca* ; Koch incrimine la

¹ Bibliographie :

KOCH : On trypanosome diseases. *The Kent med. Journ.*, 1904.

LAVERAN : Trypanosomiase chez les blancs. *Acad. de Méd.*, 25 avril 1905.

BRUMPT : La maladie du Sommeil. *Presse médicale*, 6 juin 1906.

D. AGMAR : La maladie du Sommeil. *Congrès de Lisbonne*, 1906.

G. morsitans, et c'est sur cette dernière qu'il vient d'étudier l'évolution du parasite. Ces observations, poursuivies dans l'Ouganda, tendent à montrer que l'évolution de ces diptères est heureusement très lente et, par suite, fait espérer que des moyens prophylactiques pourront être tentés contre ces agents. La Commission anglaise de l'Ouganda a constaté que les individus atteints présentent dès le début une polyadénite caractéristique; cette observation pourra permettre d'isoler ces sujets. Car, s'il est impossible de songer actuellement à détruire les mouches tsé-tsé dans les vastes territoires africains, on peut, suivant le conseil de Brumpt, chercher à éviter les exodes de la population des centres infectés vers les centres sains et faire évacuer les villages contaminés en les transportant dans des régions plus saines, tout en maintenant l'isolement. Un premier essai a été tenté récemment, autour de Loango, par la Société anti-esclavagiste de France; mais, comme la maladie est d'évolution très lente, — plusieurs années, — il faudra attendre pour constater les résultats. Quant au traitement, il est encore problématique: Laveran préconise une méthode mixte à l'aide de l'acide arsénieux et du trypanoth; Thomas, de Liverpool, conseille l'atoxyl.

VIII. — BÉRIBÉRI¹.

Le béribéri a fait l'objet de nombreuses observations des médecins coloniaux et japonais. Le polymorphisme de cette affection en rend le diagnostic souvent difficile.

L'étiologie du béribéri est encore très discutée; on a beaucoup incriminé l'alimentation, le riz en particulier; mais, dans ces derniers temps, le facteur microbien a été invoqué et, suivant les auteurs, on a cru reconnaître comme agent pathogène soit un bacille (Lacerda, Ogata, Nepveu), soit un coccus (von Ecker, Pekelbaring, Musso), soit un staphylocoque (Hunter), soit un diplocoque (Okada, Kokubo). Tsuzuki, médecin en chef du Service des transports maritimes pendant la guerre russo-japonaise, apporte une étude très documentée sur un nouveau microbe, le *Kakkeococcus*, qu'il a pu isoler, cultiver et dont il a observé toutes les propriétés biologiques. Il s'agit d'un diplocoque colorable à l'aniline et prenant le Gram.

Il résiste une heure à 60°, treize jours dans la glace et huit jours à la dessiccation. Le sérum des individus atteints de béribéri provoque l'agglutination de ses cultures, même en milieu dilué au cinquantième, ce qui permet d'établir le diagnos-

tic bactériologique de cette maladie. Sur 106 cas bien déterminés, Tsuzuki a obtenu 103 résultats positifs. Il est indispensable, toutefois, d'utiliser une forte dilution du sérum, 1/30, car, avec des dilutions plus faibles, 1/20, on observe l'agglutination avec du sérum d'individus normaux ou de typhiques. On peut le retrouver par ce procédé dans les urines (27 % des cas certains) et dans les fèces (62 %), mais jamais dans le sang. Les cultures du diplocoque donnent des toxines qui, injectées aux animaux, provoquent des accidents cardiaques et paralytiques analogues à ceux qu'on observe cliniquement.

IX. — HYGIÈNE URBAINE.

§ 1. — L'aération des villes¹.

Le démantèlement des fortifications de Paris, en discussion depuis vingt-cinq ans, est sur le point d'être réalisé, partiellement tout au moins, puisqu'il n'est question que de la partie ouest, comprise entre la Seine et la porte de Saint-Ouen. Cette question a provoqué chez les hygiénistes un mouvement très justifié d'inquiétude. Les 33 kilomètres du mur d'enceinte, avec les servitudes militaires qu'il comporte, forment un ruban de 300 mètres de large autour de Paris, et, si l'esthétique laisse souvent à désirer, c'est toujours un espace vide autour de l'agglomération intense de la grande cité. Or, l'État ne veut céder à la Ville les terrains militaires qu'à des conditions tellement onéreuses, plus de 120 millions, que cette dernière, pour rentrer dans ses débours, devra renoncer au projet de maintenir un large anneau de verdure et lotir les terrains pour permettre des constructions de rapport. La question est d'autant plus grave que Paris est loin d'être une ville privilégiée quant à son système pulmonaire.

La surface des jardins a diminué régulièrement à Paris depuis cent ans. En 1880, les 3.400 hectares de Paris renfermaient près de 700 hectares de jardins; aujourd'hui, les 7.800 n'en contiennent plus que 250. La proportion, qui était approximativement de un dixième, tombe à un trentième, et le Conseil municipal, par un illogisme trop fréquent dans les assemblées élues, incite les propriétaires à supprimer encore les quelques rares jardins particuliers de Paris en les surtaxant comme terrains de grand luxe.

¹ Bibliographie :

HENARD : Sur les espaces libres. *Revue d'Hygiène*, 1905.

M. LÉFÈVRE : Les fortifications de Paris. *Revue d'Hygiène*, 1906.

G. TRÉLAT : Paris de demain et la santé publique. *Revue d'Hygiène*, 1905. Société de médecine publique et de génie sanitaire. Discussion, 1905-1906.

HENROT : L'hygiène des grandes villes. Ass. fr. pour l'avancement des sciences, Cherbourg, 1905.

¹ Bibliographie :

H. WRIGHT : The beriberi. *British medical Association*, Leicester, 1905.

TSUZUKI : Der Kakkeococcus, Erreger der Beriberikrankheit. *Arch. f. Schiffs und Tropen-Hygiene*, juillet 1906.

Hénard, après avoir rappelé que Londres dispose de 1.200 hectares, Berlin de 420, montre que, si l'on juxtapose sur le plan de Paris les plans de Londres et de Berlin à la même échelle, la zone correspondant à l'ovoidé parisien est encore trois fois plus riche en verdure à Londres qu'à Paris. C'est pour remédier à ce défaut capital que la Société de Médecine publique, avec Trélat, Letulle et tant d'autres, réclame un boulevard circulaire de 40 mètres de largeur, coupé tous les deux kilomètres au moins d'un jardin de 10 hectares; enfin qu'aucune des voies nouvelles n'ait pas moins de 22 mètres de largeur, la hauteur des maisons ne dépassant pas 15 mètres. A propos de ce vœu, il n'est pas inutile de rappeler la protestation récente de la Société médicale du XVI^e arrondissement, contre la construction, par l'Administration des Postes, d'un hôtel des téléphones devant avoir plus de 25 mètres de hauteur dans la rue des Sablons qui n'a pas 10 mètres de largeur. Cette construction montre le mépris de l'Administration vis-à-vis des règlements municipaux pris en vertu de la loi de 1902.

§ 2. — La lutte contre les poussières¹.

Le développement de l'automobilisme a rendu le problème de la question des poussières dans les grandes routes et dans les avenues plus ardu que jamais et les hygiénistes ont à se préoccuper de ce nouveau problème. Depuis 1901, Guglielminetti s'est fait le propagandiste actif du goudronnage des routes, et des essais entrepris par les Ponts et Chaussées depuis 1902, et actuellement encore en cours d'étude, permettent de se rendre compte des avantages du procédé. Le Rapport de M. Hélier, inspecteur général, est favorable. En utilisant un kilogramme de goudron par mètre carré sur une chaussée en bon état, ce qui revient pour Paris à 13 centimes par mètre carré, les poussières ont été très diminuées. Au point de vue hygiénique, le problème paraît résolu par les recherches bactériologiques de Cristiani et de Michelis. En recherchant le nombre des germes vivants au-dessus des routes de Genève, ils ont trouvé, après 110 prises avec l'aéroscope de Cristiani, que le nombre des germes de l'atmosphère sur les routes ordinaires est plus du double de celui des routes goudronnées ou pétrolées. En ce qui concerne les bactéries, le pétrolage paraît plus efficace que le goudron-

nage, surtout pendant la sécheresse; mais, si son emploi est plus facile, plus économique comme premier essai, la durée des effets est beaucoup plus courte qu'avec le goudronnage à chaud.

Les ingénieurs, avant d'entreprendre en grand cette transformation des routes, attendent que certaines questions soient résolues, qui ne peuvent l'être qu'avec le temps. Quel est l'effet du goudronnage sur l'usure de l'empierrement? Comment peut se réparer et s'entretenir une chaussée goudronnée?

§ 3. — La défense sanitaire de Paris¹.

L'organisation de la défense sanitaire de Paris a été très attaquée dans ces dernières années; avec quelques apparences de raison, on a fait remarquer que le Service de l'assainissement est resté dans une routine étonnante, surtout en ce qui concerne le service des désinfections. Contre ces critiques, l'inspecteur général des Services sanitaires de la ville de Paris, A.-J. Martin, répond dans un Rapport riche en documents présenté en juillet dernier à l'Académie de Médecine. Les graphiques de la mortalité par les diverses maladies transmissibles montrent une chute progressive et souvent très rapide de ces affections depuis 1892. L'année 1903 a particulièrement été favorable, puisque, sauf pour la coqueluche, toutes les maladies dites évitables ont causé un nombre de décès inférieur à celui observé jusqu'ici. La mortalité générale a subi également une diminution sensible : de 54 ‰ en 1892, elle est tombée à 47 ‰ en 1903, et, si l'on tient compte de l'accroissement de la population parisienne, on peut déduire que 14 ‰ des vies humaines ont été préservées par suite de l'amélioration des Services sanitaires : c'est, du moins, la conclusion du Rapport.

Si nous nous rapportons à une étude très sérieuse de Lowenthal sur l'état sanitaire comparé de Berlin et de Paris, l'optimisme de l'inspecteur général de Paris paraît exagéré. Lowenthal élimine dans sa statistique la mortalité des enfants du premier âge, ce qui paraît très juste, la mortalité dépendant nécessairement de la natalité, et nous savons qu'en France cette dernière faiblit d'année en année. Or, avec la statistique corrigée, nous trouvons une mortalité par 1.000 habitants de 16,9 à Paris, de 11,5 à Berlin, c'est-à-dire que la mortalité berlinoise est inférieure de 47 ‰ à celle de Paris. La

¹ Bibliographie :

HÉLIER : Le goudronnage des routes. *Revue d'Hygiène*, 1905.
CRISTIANI et DE MICHELIS : De l'influence du pétrolage et du goudronnage des routes sur les germes vivants de l'atmosphère. *Revue médicale de la Suisse Romande*, 1904, t. V.
L. VASSEUR : La lutte contre la poussière. *Ann. d'Hygiène publique*, 1906.

¹ Bibliographie :

A.-J. MARTIN : La défense sanitaire de Paris. *Académie de Médecine*, juillet 1906.
LOWENTHAL : Etat sanitaire comparé des villes de Paris et de Berlin. *Revue scientifique*, nov. et déc. 1905.
JAILLERAT : Le casier sanitaire des maisons. *Hygiène générale*, janvier 1906.

ptisie pulmonaire, qui cause 4,3 décès pour 1.000 habitants à Paris, ne donne que 2,2 décès à Berlin. Lowenthal montre que c'est par des artifices de comptabilité que la Ville de Paris arrive à décharger son budget mortuaire de plusieurs milliers de décès, et qu'en fait l'état sanitaire de Paris est lamentable quand on le compare à celui des villes allemandes et anglaises. Parmi les mesures heureuses prises dans ces dernières années, nous devons signaler l'établissement du casier sanitaire des maisons. Grâce à l'activité du directeur de ce service, M. Juillerat, on peut connaître désormais les conditions favorables ou désastreuses de chaque habitation parisienne, et il serait utile que tout locataire, avant de prendre un logement, pût prendre connaissance de la cote de la maison, comme un négociant se renseigne au bureau Véritas sur la valeur nautique du bateau qui doit transporter ses marchandises.

§ 4. — Destruction des ordures urbaines.

Tous les excreta des villes ne passant pas par les égouts, il faut encore songer à débarrasser les agglomérations des ordures ménagères. C'est aux États-Unis que le problème a été jusqu'ici le mieux envisagé. Aussi la Ville de Paris a-t-elle envoyé une Mission en Amérique pour étudier cette question. Les différents procédés utilisés sont désormais de date d'application assez ancienne pour qu'on puisse se rendre compte du coût de chacun d'eux. Les fours anglais Trackeray, utilisés à Montréal et à San Francisco, assurent la destruction des ordures ménagères à raison de 2 francs environ par tonne. Les fours Smith, d'Atlantic City, dépensent près de 8 francs pour le même résultat.

La richesse en graisse des ordures américaines, qui s'explique par les habitudes de gaspillage des ménagères américaines, avait fait espérer que l'on pourrait récupérer une partie des frais en recueillant ces graisses. Le procédé Merz traite les ordures desséchées par le naphte et la benzine; le procédé Simonin emploie les mêmes dissolvants, mais en agissant sur les ordures humides. Les dépenses sont telles qu'il a fallu renoncer à ces systèmes. A New-York, Philadelphie, Boston, on utilise les digesteurs Arnold, dans lesquels les ordures sont soumises pendant cinq heures à l'action de la vapeur sous pression de cinq atmosphères. La matière solide cuite (tankage), desséchée, est utilisée comme engrais. Les eaux provenant des digesteurs sont conduites dans des caves où elles se refroidissent, et la graisse surnageante est recueillie; les eaux sont jetées à la mer. Le système Arnold a été recommandé pour Paris. La Commission fait remarquer que l'eau, qu'on peut rejeter à la mer dans les villes du littoral, devrait être

épurée à Paris, et que le prix de revient, qui s'élève à 12 francs à New-York, serait, par suite, plus élevé encore en France, le rendement des graisses étant beaucoup plus faible.

A Paris, on essaie surtout d'utiliser les gadoues comme engrais après traitement mécanique préalable. Déjà la moitié des arrondissements envoient leurs déchets aux usines de Saint-Ouen, de Ro-mainville et d'Issy, et il ne paraît pas que ces établissements aient donné lieu à un danger quelconque pour la santé publique.

L'odeur et la poussière sont négligeables; la seule gêne sérieuse pour le voisinage consiste dans le transport des tombereaux, qui viennent, à certaines heures, s'entasser devant l'usine. Dans la nouvelle usine projetée à Gennevilliers, les ordures parisiennes, embarquées au quai de Javel, seraient chargées dans des caisses éanches, transportées par bateaux à l'usine, et les caisses vidées à l'intérieur de l'usine.

Enfin, au lieu d'employer les broyeur Clado et les broyeur à mâchoires employés jusqu'ici, l'usine utiliserait des broyeur à marteaux, qui assurent un broyage parfait et une désodorisation suffisante.

Chaque broyeur permet de traiter 25 mètres cubes de gadoues à l'heure, et les 300 tonnes prévues seront broyées en six heures par trois appareils, de sorte que les gadoues pourront être évacuées le jour même de leur arrivée.

§ 5. — Purification des eaux d'égout et des eaux résiduaires¹.

Les excreta des grandes agglomérations urbaines et des centres industriels constituent une source d'empoisonnement permanent, soit pour les populations qui les fournissent, soit le plus souvent pour les populations voisines; aussi la purification des eaux d'égout et des eaux résiduaires constitue-t-elle un des problèmes les plus intéressants de l'hygiène publique.

L'épandage agricole a soulevé, malgré d'enthousiastes défenses, des critiques sévères. La surface nécessaire, pour assurer la purification des masses d'eaux que fournit le tout à l'égout d'une grande ville, n'est pas toujours facile à trouver, et, d'autre part, les terrains au voisinage des grandes villes sont très chers. A la période du début de l'épandage, on avait cru trouver la solution en employant ces terrains grassement fumés pour les cultures ma-

¹ Bibliographie :

CALMETTE : *L'épuration biologique*. Masson, 1906.

SCHOORS : Les eaux résiduaires industriels. *Technologie sanitaire*, 1904.

ROLANTS : *Épuration biologique des eaux résiduaires*. *Revue d'Hygiène*, févr. 1905 et févr. 1906.

CALMETTE : Valeur comparée de l'épuration biologique et de l'épandage. *Revue d'Hygiène*, juin 1906.

raichères à grands rendements. Les travaux des bactériologistes d'alors permettaient de supposer que les légumes cultivés sur ce milieu ne présentaient aucun danger, même quand ils étaient mangés crus. Mais, dès 1900, une réaction se produisit : les travaux de Rubner (1900), de Flugge (1902), de Clauditz (1904), en Allemagne; de Wurtz, de Bourges (1904), en France, montrèrent que le bacille typhique résiste dans le sol, que, s'il n'est pas prouvé qu'il pénètre les racines, il adhère à la surface des plantes sans qu'un lavage ordinaire puisse l'enlever. Devant ces données nouvelles, le Comité d'Hygiène a interdit la culture des légumes destinés à être mangés crus dans les champs d'épandage. Cette interdiction, amplement justifiée, diminue nécessairement la valeur locative des champs d'irrigation.

Pour les eaux résiduaires, souvent chargées de produits destructeurs de la végétation, le problème prend, dans certaines contrées, une acuité intense, comme sur la frontière franco-belge, où des conflits sanglants ont été évités avec peine, les populations s'ameutant contre les industriels empoisonneurs de rivière.

En 1895, un chimiste anglais, Dibdin, proposa un procédé nouveau basé sur l'activité destructive des microbes, et, dans la *Revue*, nous avons exposé la méthode et les espérances qu'elle faisait naître.

Le principe essentiel de la méthode était l'utilisation des agents bactériens, soit aérobies, soit anaérobies, comme destructeurs des produits de déchet, d'où son nom de méthode d'épuration biologique. En fait, le principe est le même que celui de l'épandage agricole ou de la filtration intermittente sur un sol perméable non cultivé, avec cette différence, toutefois, que, réglant à volonté le travail microbien, on obtient un rendement supérieur dans le temps et surtout dans l'espace.

En Allemagne, les expériences tentées, soit avec des eaux d'égout, soit avec des eaux résiduaires d'industrie, n'ont pas toujours donné les résultats attendus. A Mina, sur le Main, le prix de revient a atteint 7 francs par mètre cube et dépassait le prix des eaux traitées par l'alun; au camp du Lech, les *septic tanks* et les lits microbiens ont dû être abandonnés, la formation excessive d'acide (2 gr. %) empêchant l'action ultérieure des lits bactériens.

En France, c'est l'École d'hygiène de Lille, avec son chef Calmette, qui a particulièrement préconisé la méthode de Dibdin. Grâce à une subvention importante de la Caisse nationale des recherches scientifiques, Calmette a pu, à la station de la Madeleine, poursuivre une série d'expériences méthodiques sur l'épuration en grand, non seulement des eaux d'égout, mais aussi d'eaux résiduaires provenant des industries les plus diverses.

Le grand mérite du travail de Calmette et de ses élèves est d'avoir fixé scientifiquement les conditions particulières qui justifient l'emploi de tel ou tel procédé. Désormais, on ne sera plus exposé à demander à un procédé des résultats qu'il ne peut donner, et l'on évitera ainsi les expériences coûteuses, qui ont le grand défaut de jeter le discrédit sur une méthode qui n'a pas donné de bons résultats parce qu'en l'espèce elle n'était pas apte à les donner, alors que, dans d'autres cas, elle sera susceptible de rendre les plus grands services.

Pour les eaux industrielles chargées de graisses, de matières tinctoriales ou de résidus à réactions alcalines ou acides trop fortes, l'épuration chimique reste la méthode de nécessité. Dans quelques cas, il suffira de diluer les eaux résiduaires avec l'eau de rivière pour pouvoir travailler en lits bactériens. C'est ainsi que Rollants réussit à purifier les eaux des sucreries en les diluant des deux tiers et en faisant passer le mélange dans trois lits de contact.

Les eaux d'égout, quand elles ne renferment pas plus de 300 grammes d'azote organique, et 10 gr. de graisse, peuvent être utilisées par l'épuration agricole, à raison de 3 litres d'eau par mètre carré, et le débit pourra atteindre 40 litres dans les terrains sablonneux, sans culture, surtout si on laisse séjourner les eaux avant l'épandage dans des fosses septiques où elles abandonneront leurs boues, et où une partie des substances azotées se solubiliseront.

Cette application de la fosse septique à l'épandage est un premier pas vers l'épuration biologique proprement dite. Cette dernière aura surtout son utilité quand les terrains suburbains feront défaut. En associant les fosses septiques avec les lits bactériens ou les filtres à percolation, on peut obtenir facilement, par mètre carré de surface, une purification de près de 1 mètre cube d'eaux d'égout de moyenne concentration.

Quel est le degré de pureté des eaux ainsi traitées? Calmette reconnaît que ces eaux sont encore souillées légèrement, qu'elles ne sauraient être considérées comme des eaux potables, mais il dénie à l'épuration agricole le pouvoir de rendre une eau hors de soupçon. Dans tous les cas, ces eaux peuvent être déversées au cours d'eau sans que leur apport modifie la composition. Or, la seule chose que l'on est en droit d'exiger légitimement des villes, c'est qu'elles rendent aux rivières des eaux dont le degré de pollution ne soit pas sensiblement plus élevé que celui des eaux qu'elles leur ont elles-mêmes empruntées.

Dans une seconde partie, nous examinerons les questions qui se rapportent à l'hygiène industrielle.

D^r J.-P. Langlois,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Rollet de l'Isle, Ingénieur en chef de la Marine.
— **Observation, étude et prédiction des Marées.**
— 1 vol. in-8°, publié par le Service hydrographique.
Imprimerie nationale, Paris, 1906.

La connaissance des lois du mouvement périodique de la mer est indispensable aux marins, et, parmi eux, ce sont les hydrographes qu'intéresse au premier chef l'étude des marées. Il n'est pas, en effet, de bonne carte si l'on n'y tient compte de cet élément essentiel de la profondeur d'un chenal; d'autre part, c'est aux hydrographes qu'incombe le calcul des tables indiquant par avance les circonstances principales du phénomène, Observation et prédiction : c'est un sujet très vaste, que M. Rollet de l'Isle, chargé d'un cours au Service hydrographique, avait à traiter devant ses jeunes collègues. Le résumé de ses leçons que nous apporte ce volume montre que, si la matière était ample, il s'est trouvé un interprète éloquent pour l'exposer.

Le succès d'une mission hydrographique dépend en grande partie d'une observation exacte de la hauteur de la mer. Il faut savoir gré à l'auteur d'avoir donné des renseignements très circonstanciés sur l'installation et la lecture des échelles de marée, sur la rédaction et le contrôle de ces observations et sur leur utilisation, chose souvent délicate, car les indications de deux échelles, même voisines, sont discordantes par suite des circonstances différentes de temps et de lieu.

Pour les observations prolongées destinées à l'étude du régime particulier d'un port, un instrument enregistreur est presque indispensable; le volume contient la description d'un grand nombre de modèles de marégraphes et nous renseigne sur l'installation et la conduite de ces appareils.

La théorie mathématique est impuissante, on le sait, à édifier de toutes pièces la formule de la marée; il était inutile de l'exposer intégralement dans un cours pratique. Il convenait toutefois d'en retenir une partie, traitant des forces perturbatrices de l'équilibre des mers et des principes de Laplace qui font dériver de l'expression de ces forces une formule de la marée dont tous les coefficients sont à déterminer par l'observation, car ils varient d'un port à l'autre suivant une loi inconnue. La méthode consiste essentiellement à décomposer le mouvement de la mer en une sorte de série, dont chaque terme correspond à un terme analogue provenant de la décomposition parallèle des forces; de là découlent deux genres de déterminations : l'une, proposée par Laplace, revient à la recombinaison des termes de la série appuyée sur une hypothèse; l'autre, due à Lord Kelvin, utilise directement les termes eux-mêmes, dont les coefficients sont déterminés par l'analyse harmonique.

Le calcul de Laplace, que l'illustre géomètre a lui-même appliqué à la détermination des éléments de la marée de Brest, ne peut guère servir que dans les mers européennes, où le mouvement est principalement semi-diurne; encore n'est-il d'un usage courant qu'en France. Mais on comprend que, pour l'étude du régime de nos propres côtes, il fut indispensable à M. Rollet de l'Isle de s'étendre assez longuement sur la théorie à laquelle sont empruntées les notions pratiques définissant la marée.

Toute cette partie, très originalement traitée, et avec des idées propres à l'auteur, sera précieuse à consulter, autant pour les notions générales touchant la méthode de Laplace que pour les renseignements concernant le

régime des marées des principaux ports de la côte de France. Mais l'auteur s'est non moins appliqué à l'étude de la méthode due au génie de Lord Kelvin. L'analyse harmonique est indispensable pour l'étude et la prédiction des marées beaucoup plus complexes de l'Océan Indien et des mers de Chine où se trouvent nos principales colonies; elle est employée au Service hydrographique depuis une dizaine d'années pour les prédictions de marées des côtes de Madagascar, de l'Annam et du Tonkin, en utilisant des observations incomplètes ramassées dans les archives du Service. Elle deviendra d'un usage courant quand seront réalisées les installations de marégraphes que le Service poursuit avec persévérance.

En dehors de ces deux grandes études, il en est d'autres non moins intéressantes qui s'y rattachent plus ou moins directement et que l'auteur a entreprises avec un égal succès. Signalons à cet égard les renseignements sur les annuaires et les cartes à l'étranger, qui seront utilement consultés, ainsi que l'étude des courants, en regrettant que l'étendue restreinte de cet article nous empêche de passer en revue toute cette encyclopédie de la marée, très complète et dont le besoin se faisait sentir. L'auteur mérite les remerciements de tous ceux qui s'intéressent aux choses de la mer, et nous devons une reconnaissance égale au Service hydrographique pour avoir entrepris cette publication.

Ph. HATT,
Membre de l'Institut,

Mortimer-Mégret (Comte). — **Les Perfectionnements automobiles en 1906.** — 1 vol. in-4° oblong de 242 pages illustré. Dunod et Pinat, éditeurs. Paris, 1906.

Nous avons analysé, en 1905, l'ouvrage de M. Mortimer-Mégret, dont la publication est annuelle. Celui de 1906 est conçu sur le même plan que le précédent, et, comme lui, étudie dans une première partie les perfectionnements classifiés par organes, dans une seconde les perfectionnements classifiés par marques.

On y retrouve l'élégance et l'originalité de style, la clarté d'exposition, la compétence technique, coutumières de l'auteur.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Orlich (Ernest), Professeur an Physikalisches-Technische Reichsanstalt à Charlottenburg. — **Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven** ENREGISTREMENT ET ANALYSE DES COURBES DE COURANTS ALTERNATIFS. — 1 vol. in-8° de 120 pages avec 71 figures de l'Electrotechnique en monographies séparées. (Prix relié : 5 fr.). F. Vieweg und Sohn, éditeurs. Braunschweig, 1906.

Cet ouvrage est le 7^e volume de l'excellente collection : *l'Electrotechnique en monographies séparées*, dont nous avons déjà entretenu plusieurs fois les lecteurs de la *Revue*. L'auteur y a rassemblé toutes les méthodes d'enregistrement et d'analyse des courants alternatifs, sur lesquelles les traités généraux sont ordinairement très brefs.

Après une étude sur la représentation mathématique des courants dont la forme des courbes est donnée, l'auteur aborde l'enregistrement des courbes, qui peut être ponctuel ou continu. Parmi les appareils décrits, l'ondographe d'Hospitalier et les nombreux oscillographes occupent une place importante. Puis viennent

les méthodes d'analyse expérimentale et mathématique : méthode de Des Coudres, analyse par résonance, analyse arithmétique, méthodes de Clifford, de Houston et Kennelly, de Fischer-Rinnen. L'ouvrage se termine par l'étude des analyseurs harmoniques, depuis celui de Lord Kelvin jusqu'à celui, tout récent, de Terada. Une bonne bibliographie permet de se reporter, pour tous les instruments ou procédés décrits, aux sources originales.

Calmette (D^r A.), *Membre Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Directeur de l'Institut Pasteur de Lille. — Recherches en collaboration sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.* — 1 vol. gr. in-8° de 194 pages et 39 figures. (Prix : 6 fr.) Masson et C^o, éditeurs, Paris, 1906.

En hygiène, les Romains sont nos maîtres. S'ils se préoccupaient d'avoir des eaux potables quand ils fondaient une ville, ils ne se désintéressaient nullement de l'élimination des eaux usées, car, ainsi que Fortin nous l'apprend, ils considéraient les émanations d'eaux d'égouts comme nuisibles à la vie humaine.

Ces notions disparurent avec Rome elle-même, et l'effort gigantesque que nous essayons de faire faire actuellement à l'hygiène n'est guère que la reprise de cette question au point où les Romains l'avaient laissée, alors que pendant longtemps nous nous étions montrés inférieurs à eux.

La vie urbaine étant moins intense qu'actuellement, les Romains disposaient de deux moyens pour se débarrasser de ces eaux usées. Le plus simple consistait à renvoyer l'eau d'égout à la rivière ou à la mer ; mais, dans l'état actuel de nos connaissances, nous considérons que ce moyen est dangereux et désagréable pour les poissons et les riverains quand le débit de l'eau d'égout est

supérieur au $\frac{1}{20}$ du débit de la rivière à l'étiage, ou encore quand on ne peut faire l'évacuation dans un courant marin s'éloignant rapidement des côtes.

Le deuxième moyen consiste à creuser un trou dans le sol, à constituer en un mot un puits, dans lequel on évacue les eaux usées. On risque ainsi de contaminer la nappe à laquelle plusieurs villes situées à l'aval peuvent s'approvisionner. D'autre part, les puits, se colmatent très rapidement par les eaux d'égouts, d'où des curages fréquents et dispendieux.

La multiplicité de l'activité urbaine actuelle ne permettant plus généralement d'employer tel quel l'un ou l'autre de ces procédés, on s'efforce de traiter au préalable ces eaux pour les débarrasser de la majorité des matières organiques facilement fermentescibles, soit par un procédé chimique ou artificiel, soit par un procédé naturel ou biologique, c'est-à-dire par l'épandage sur le sol ou par les septique-tanks, très usités actuellement en Angleterre.

Ces eaux ainsi traitées peuvent alors être évacuées par les procédés déjà connus des Romains et que nous avons rappelés plus haut.

Chacun de ces procédés a des avantages et des inconvénients. Le but de M. Calmette a surtout été de montrer l'avantage considérable que présentent dans différents cas les procédés biologiques, surtout les septique-tanks et les lits de contact. Posant comme but de la méthode la solubilisation des matières en suspension et la transformation des matières organiques en matières minérales, M. Calmette, avec l'aide de ses dévoués et savants collaborateurs, MM. Buisine, Rolants, Boullanger, Constant et Massol, nous montre le travail de solubilisation de la fosse septique, là où la fermentation est anaérobie, et le travail de minéralisation des lits poreux au milieu desquels règne la fermentation aérobie.

M. Buisine s'est occupé tout particulièrement des procédés chimiques ; mais ses longues recherches se sont arrêtées jusqu'ici à l'action des sels de fer, qu'il avait déjà étudiés il y a quelques années.

Ce livre n'est, en réalité, qu'un long mémoire renfermant les résultats d'expériences inédites. Les méthodes d'analyses ont été choisies tout particulièrement, mais on peut faire un reproche aux auteurs de ne pas présenter leurs résultats d'une façon uniforme. C'est là une méthode peu soumise des analystes. Cette petite critique n'enlève rien à la valeur du travail, qui relate les résultats obtenus par le traitement de 500 mètres cubes d'eau d'égout par jour. L'installation avait été faite à la Madeleine, près de Lille.

Un deuxième volume est annoncé, qui traitera des résultats obtenus en remplaçant les lits de contact par des lits à percolation. La différence entre ces deux procédés est la suivante : Dans le lit de contact, l'eau d'égout reste en contact environ deux heures avec les scories ou les machefers, puis on vide le bassin et on le laisse ainsi pendant quatre heures, après quoi on le remplit de nouveau. Ce procédé est intermittent. Au contraire, dans le procédé à percolation, l'eau est dirigée d'une façon continue et en minces filets à travers les scories et, sauf un arrêt de temps en temps, ce procédé est continu. M. Calmette préconise ce dernier, mais il ne cite encore aucun chiffre à l'appui pour convaincre.

Il y a un point qu'on a laissé un peu de côté : c'est l'étude systématique des dépôts qui se forment dans la fosse septique et des dégagements gazeux qui s'y produisent. Nous croyons savoir que, dans le deuxième mémoire, cette question sera abordée avec un peu plus de détails.

Les résultats trouvés à la Madeleine peuvent-ils servir pour comparer le système du septique-tank avec l'épandage des eaux sur le sol, comme on le fait à Paris ? Tel est le grave problème qui se présente et que M. Calmette semble avoir résolu par l'affirmative. Pour notre part, nous croyons qu'on doit se garder de généraliser les résultats obtenus. C'est une question d'espèce, et l'application en grand dans une ville quelconque doit être précédée d'une expérimentation préalable en petit et d'une longue durée.

Cela est si vrai qu'en comparant les analyses de M. Calmette avec celles obtenues à l'Observatoire de Montsouris pour les drains de Gennevilliers, on s'aperçoit très vite que l'épandage donne des résultats bien meilleurs. Il est vrai de dire que M. Calmette attribue ce résultat aux matières colorantes que contiennent en abondance les eaux de la Madeleine et qui ne sont pas détruites dans ces procédés d'épuration. Par conséquent, la prudence doit guider les conclusions en pareille matière, et ce ne sont que des essais répétés qui permettront de se faire une idée exacte sur cette question.

Ce travail présente sans contredit le grand avantage d'amorcer en France les études d'épuration biologique d'eaux d'égout par les procédés du septique-tank. Beaucoup de villes n'ont pas de terrains pour faire de l'épandage, et elles sont même réduites à envoyer le tout à la rivière et à la contaminer. Ces études sont donc très urgentes au point de vue de l'hygiène. Espérons que les municipalités, les hygiénistes et les ingénieurs municipaux n'ignorent pas ce livre, où ils puiseront des documents pour poursuivre l'application de ces procédés.

En outre, on trouve dans ce volume les très importants travaux de MM. Boullanger et Massol sur le mécanisme et les ferments de la nitrification. Ils nous présentent de nouveaux faits qui expliquent en partie les obscurités de l'action physiologique de ces microbes.

D'autres problèmes scientifiques restent en suspens. A chaque page on peut en soulever ; espérons que les études de ce genre se généraliseront en France, car il y a là de quoi glaner à tous les points de vue.

F. DIENERT,

Docteur en sciences,
Chef du Service de surveillance des sources
de la Ville de Paris.

3° Sciences naturelles

Dollot (Aug.), Godbille (P.) et Ramond (G.). — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise) : Historique, Genèse et Distribution des formations gypseuses de la région parisienne. — *Mémoires de la Société géologique de France, 4^e série, t. I, Mémoire n° 1.*

La coupe des carrières d'Argenteuil est classique. Chaque année, des groupes de jeunes géologues viennent y apprendre les principes de la Stratigraphie; et, en effet, on trouverait difficilement une coupe plus nette et plus instructive aux environs immédiats de Paris. D'ailleurs, ce ne sont pas seulement les élèves qui profitent de ces visites; les maîtres eux-mêmes y apprennent chaque fois quelque chose de nouveau, car les carrières se modifient sans cesse. Cette dernière constatation est la raison d'être du Mémoire de MM. Dollot, Godbille et Ramond. En comparant leurs coupes avec celles qu'on a publiées antérieurement, on se rendra compte de l'importance de ces modifications.

Le fond même de ce travail réside donc dans l'établissement de coupes très détaillées; on en jugera par cette constatation que les auteurs ont réussi à distinguer 160 couches, comprises entre la fin du Bartonien moyen et les sables de Fontainebleau, chaque couche étant caractérisée par sa nature lithologique, son épaisseur, sa cote, ses fossiles. A côté de ces coupes de détail, d'autres coupes, demi-schématiques, permettent d'embrasser d'un coup d'œil la constitution des buttes d'Orgermont et de Sannois, que montrent, d'autre part, de belles héliogravures.

Si les auteurs sont entrés dans les détails les plus minutieux au sujet des plâtrières d'Argenteuil, ils n'ont pas manqué de nous donner, à titre de comparaison, des renseignements généraux sur les autres plâtrières de la région parisienne (Montmartre, Romainville, etc.); une carte montre, d'ailleurs, l'extension réciproque du gypse et de son équivalent latéral, le travertin de Champagne.

La première partie du Mémoire est consacrée à l'histoire des dépôts lacunaires de la région parisienne, suivant les idées exposées par mon regretté maître Munier-Chalmas. Le mode de formation du gypse est rapidement traité, trop rapidement pourrait-on dire; il est regrettable que les auteurs n'aient pas cherché à appliquer ici les nouvelles données de la Chimie physique. Malgré cette critique, le Mémoire de MM. Dollot, Godbille et Ramond est un travail très consciencieux que maîtres et élèves consultent avec fruit.

L. PERVINQUIÈRE,
Chargé de Conférences de Paléontologie
à la Sorbonne.

Bohn (G.). — Attractions et oscillations des animaux marins sous l'influence de la lumière. — 1 vol. in-4° de 408 pages avec figures. Extrait des *Mémoires de l'Institut général psychologique, Paris, 1905.*

Bornons-nous à rappeler l'esprit de ce très intéressant travail; nous en avons analysé le contenu ici même, dans notre dernière Revue annuelle de Zoologie (*Rev. gen. Sc.*, 1906, p. 36-37), en le rapprochant des travaux analogues, tels que ceux de Jennings. M. Bohn occupe une place à part parmi les biologistes français et apporte beaucoup d'ingéniosité et d'originalité dans l'étude des rapports entre les organismes et le milieu en les vivant. Sa préoccupation est de chercher un lien aussi immédiat que possible entre les agents physiques ou chimiques extérieurs et les réactions constatées chez les organismes, ou même les formes stables auxquelles ils sont arrivés. L'observation des réactions des animaux a été faite, d'une manière générale, avec une tendance psychologique abusive. On est trop porté à les analyser d'après un mécanisme anthropomorphique, à placer entre l'agent extérieur et la réaction

finale de l'animal des états conscients provoquant des actes volontaires. Un physiologiste belge, M. Nuel (*La Vision*, Paris, Doin, 1904), protestait naguère vigoureusement à juste titre contre cette tendance. M. Bohn, dans son Mémoire, s'efforce d'y échapper complètement, de constater d'abord d'une façon purement objective les réactions (mouvements) des animaux qu'il étudie (Littorines aux agents lumière, etc.) extérieurs, d'expliquer leurs variations mêmes par des considérations purement physico-chimiques, les variations dans l'état d'hydratation des tissus, etc.

Il a mis en évidence de la sorte, chez toute une série d'animaux littoraux de l'Océan, entre autres particularités, des oscillations diurnes et bi-mensuelles, synchrones des marées, etc., persistant quelque temps en s'affaiblissant, après que l'animal a été soustrait à leur rythme. Ces quelques données suffisent à indiquer la méthode de l'auteur; sa légitimité et son intérêt ne sont pas discutables. Son application est très difficile; d'abord il est très malaisé de saisir toutes les sollicitations extérieures auxquelles l'animal répond dans chaque cas par une résultante. D'autre part, s'il faut commencer par bannir de nos explications l'intervention de la psychologie humaine, on n'est pas autorisé *a priori* à refuser complètement à des animaux, tels que les Mollusques et les Vers, des états conscients plus ou moins nets et plus ou moins spéciaux, inaccessibles d'ailleurs à notre analyse, mais pouvant intervenir dans les réactions de l'animal pour une part notable. La considération de quelques états physiologiques, reposant, en dernière analyse, sur l'hydratation des tissus ou des considérations analogues, est très importante; mais suffit-elle à la complexité des phénomènes? M. Bohn, au reste, se rend bien compte de ces difficultés.

M. CAULLEY,
Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

De Fleury (Dr Maurice), ancien interne des Hôpitaux. — Nos Enfants au Collège. — 1 vol. in-12, de vi-315 pages (Prix : 3 fr. 50.) Armand Colin, éditeur, Paris, 1905.

L'idée directrice de ce nouveau livre du Dr Maurice de Fleury, c'est que le médecin devrait jouer dans la vie du collégien un rôle considérable. Ses principes politiques interdisent à l'auteur de demander la transformation de nos médecins de lycées en véritables fonctionnaires, installés en permanence dans l'établissement; ne serait-ce pas cependant la conclusion logique de son ouvrage? A ses yeux, le médecin doit collaborer à la construction et à l'aménagement du collège (exiger, par exemple, que chaque élève ait sa chambre); il doit assister au lever et prescrire la douche matinale qui stimule la torpeur des uns et calme, chez les autres, « les éveils d'adolescence »; il doit surveiller la cuisine et varier les menus suivant les tempéraments; il doit régler le nombre et la nature des exercices de gymnastique; il doit établir et tenir à jour la « fiche sanitaire » de chaque élève, et pour cela correspondre avec les familles, faire de nombreuses mensurations, de nombreuses analyses; il doit enseigner l'hygiène, en plusieurs cours adaptés à l'âge variable des collégiens; il doit enfin soigner et guérir les maladies, non seulement les maladies physiques, mais encore les maladies intellectuelles et morales; l'inattention qui vient souvent d'une faiblesse nerveuse, la peur qui vient souvent d'une faiblesse musculaire. On doit reconnaître que toutes ces tâches sont des plus utiles, et que le médecin devrait être aussi étroitement associé à l'administration de nos collèges qu'à l'administration de nos casernes.

A côté de sa thèse générale, le Dr de Fleury, étudiant tour à tour la vie physique, la vie de l'esprit et la vie morale des enfants au collège, émet nombre d'idées intéressantes. Il adresse à l'Université des critiques

dont les unes sont, sans doute, justifiées, mais dont les autres sont discutables. Il est vrai que nos lycées, dans les grandes villes, sont trop grands; il est à désirer qu'on en construise de plus nombreux et de plus petits: l'éducation n'est possible que dans des établissements où les maîtres peuvent bien connaître leurs élèves. Il est vrai que nos lycées manquent d'air et il est regrettable que ceux qui possèdent un parc ne s'en servent pas davantage. Il était vrai jadis, mais il ne serait plus vrai maintenant de dire que les repas sont, pour le lycéen, l'heure la plus ennuyeuse de la journée: depuis quinze ans environ il est permis de causer au réfectoire. De même, certaines réformes souhaitées par M. de Fleury sont accomplies depuis plusieurs années: en instituant la classe d'une heure, qu'il n'aime pas, on a conseillé, comme il le demande, de coupler les classes consacrées à un même enseignement. Une association du lycée et de la famille, analogue à celles qu'il rêve, s'est fondée à Reims depuis quelque temps. L'université ne mérite déjà plus tous les reproches que lui adresse amicalement l'auteur.

Acceptera-t-elle toutes les réformes qu'il propose? Acceptera-t-elle l'institution du professeur-adjoint qu'il préconise? Elle pourrait l'accepter en principe. Quel professeur ne consentirait à unir plus étroitement l'enseignement « magistral » et la direction du travail de l'enfant? Mais, en pratique, la question, telle qu'elle se présente en France et en 1906, est fort compliquée. La transformation du répétiteur de lycée en professeur-adjoint n'a pas été exclusivement dictée par des principes pédagogiques. Et elle n'aura pas pour résultat de fonder l'enseignement et la surveillance. Elle aura pour résultat d'introduire dans les cadres enseignants un personnel de moindre compétence, — celui des anciens répétiteurs, — et de créer, à côté de ces deux ordres réunis, un tiers état chargé de la surveillance les « surveillants d'internat ». C'est cette institution bizarre — et non pas celle de M. de Fleury — que repoussent, non sans raison, les professeurs de l'enseignement secondaire.

PAUL LAPIE,
Professeur-adjoint à l'Université de Bordeaux.

5° Sciences diverses

Gaffarel (Paul), Doyen honoraire, Professeur à l'Université d'Aix-Marseille, Secrétaire général de l'Exposition coloniale de Marseille (1906). — Histoire de l'Expansion coloniale de la France, depuis 1870 jusqu'en 1905. — 1 vol. in-8° de 426 pages, avec croquis. Barlatier, imprimeur-éditeur, Marseille, 1906.

Cet ouvrage, comme plusieurs autres publications importantes, dont la *Revue* rendra prochainement compte, témoigne du très louable souci qu'ont eu les organisateurs de l'Exposition Coloniale de Marseille, de mettre à la portée du public, sous une forme commode, les éléments nécessaires pour apprécier à un point de vue général l'expansion française. L'entrepreneur n'était pas sans difficultés, de faire tenir en un peu plus de 400 pages l'histoire résumée du développement du second empire colonial français, pendant les trente-cinq dernières années. Et il faut savoir gré à M. Gaffarel d'avoir su grouper, sans monotonie et sans lacunes regrettables, les faits qui permettent au premier venu de prendre une impression d'ensemble de tous les efforts préliminaires à notre œuvre de colonisation à peine commencée encore, en dehors des vieilles possessions. Quoique moins original que le volume publié en 1901 par MM. Marcel Dubois et Aug. Terrier, celui-ci ne s'en recommande pas moins, d'ailleurs, par la sûreté de l'information et l'allure vivante du récit.

La préoccupation dominante de l'auteur a été de faire ressortir, pour chacune de nos possessions nouvelles, l'œuvre des principaux pionniers officiels ou autres, et l'importance relative des expéditions et des traités.

Ceux qui n'ont pas l'habitude de réfléchir à l'histoire coloniale contemporaine de la France seront frappés de voir, en rapprochant quelques dates, combien est récente la constitution définitive de notre empire. C'est dans les vingt dernières années, et, pour la plupart, dans les dix dernières, que les possessions françaises ont pris tout à fait figure. Quelques-unes sortent à peine depuis hier de la période des acquisitions et des délimitations, et l'on n'a fait qu'en ébaucher la reconnaissance détaillée ainsi que l'inventaire économique. Que l'on pense, pour l'Afrique, aux conventions de 1898 et mars 1899 touchant le Sahara et le Soudan; à l'occupation non encore achevée des oasis, des pays du Tchad, du Haut-Oubanghi; à la conquête détaillée de Madagascar, à laquelle le général Gallieni a été obligé de vouer, de 1896 à 1903, la plupart de ses efforts. En Indo-Chine, nos rapports de voisinage avec le Siam n'ont été fixés qu'en 1901; le haut Tonkin, le Laos et l'Annam septentrional sortent à peine de l'inconnu. C'est en 1900 que le règlement du contesté franco-brésilien, intervenu contrairement à nos prétentions, a défini la valeur de la Guyane française. En Océanie enfin, la question des Nouvelles-Hébrides, archipel complémentaire à bien des égards de la Nouvelle-Calédonie, est encore pendante. Or, qui dit soucis, difficultés et frais de conquête, tâtonnements et complications d'organisation administrative, sous-entend retard inévitable de connaissance scientifique et de mise en valeur. La France est la nation dont le passé colonial est le plus glorieux, sinon le plus ancien; mais c'est aussi celle dont les efforts ont dû, par suite du désastre de 1763, s'adresser à la plus grande étendue des pays fermés et arriérés. Il ne faut jamais perdre de vue cette considération, quand on veut apprécier sainement les résultats obtenus. Et comment s'étonner, d'autre part, que la mise en défense de nos colonies ne soit pas encore assurée, pas plus que leurs communications rapides avec la Métropole? Espérons que, l'ère des démarches politiques et militaires s'étant maintenant close, sauf en ce qui regarde le Maroc, nous saurons, mieux qu'au XVIII^e siècle, exploiter et défendre nos acquisitions, si coûteuses à tous égards.

Il est au moins un point de ressemblance entre notre histoire coloniale actuelle et celle du passé. Si l'on excepte l'Afrique du Nord et le Sénégal, c'est le manque de vues larges, d'initiative et de hardiesse de la part de l'Etat, et par conséquent la faiblesse et souvent l'incohérence des moyens employés, les à-coups dans le progrès, les gaspillages d'énergie, d'argent et de vies, les reculades. La note est sans doute plus atténuée qu'au temps de Louis XV, parce que l'opinion publique s'est peu à peu formée, et que les circonstances générales de la politique, comme les besoins économiques, contraignent aujourd'hui à l'action. Mais le livre de M. Gaffarel autorise une fois de plus le rapprochement. Ce n'est souvent pas l'Etat, de nos jours, mais ce sont les individus qui ont donné une impulsion suivie à regret, réprimée ou enrayée aussitôt; on n'a que l'embaras du choix dans les noms, depuis J. Bonnat, explorateur du pays Achanti, jusqu'à Crevaux et Coudreau, en passant par Laborde et Grandier, par Lazard, par Jean Dupuis et par Higginson. Et quelle peur, toujours, de trop s'engager, de heurter trop directement des rivaux susceptibles et dangereux! Peur justifiable en partie, si l'on songe à notre situation dans l'Europe occidentale depuis 1871, à l'état de nos finances, aux rapports particuliers qui existent chez nous entre le problème colonial et la transformation démocratique du pays.

M. Gaffarel me permettra-t-il, en finissant, de trouver qu'il a une tendance à l'optimisme en ce qui concerne la valeur et l'avenir de certaines de nos colonies? J'en ai été frappé à propos de la Réunion (p. 296), et surtout de Madagascar (p. 290). Mais est-ce là un défaut notable pour un livre d'exposition?

J. MACHAT,
Docteur ès lettres,
Professeur d'Histoire au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Août 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Duhem donne les relations fondamentales auxquelles satisfont les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé. — M. Guntz, en chauffant un mélange de BaO avec le dixième de son poids de Al dans le vide vers 1200°, a obtenu du premier coup un métal cristallisé titrant 98,8 % de Ba, qu'une deuxième distillation dans le vide donne absolument pur. Il se forme transitoirement un sous oxyde Ba₂O, qui se dissocie ensuite. — M. P. Breuil montre que le cuivre augmente la ténacité et diminue la ductilité de l'acier, mais dans des proportions éminemment variables avec le traitement du métal. — M. J. Duclaux estime que la plupart des phénomènes produits par les diastases ne sont pas dus à la totalité de la substance, même supposée pure : ils peuvent être dus à une fraction seulement, variable selon les conditions de l'expérience. — M. P. Pierron, en faisant réagir les cyanamides aromatiques sur les sels de diazonium, a obtenu les cyanamides des paramidoazoïques, comme C⁶H₃.Az : Az.C⁶H₃.Az.H.CAz. Pour les corps déjà substitués en para, il se forme un diazocyanamidé, qui se décompose aussitôt en cyanamide, son urée et un paraoxyazo benzène. — MM. J. Galimard, L. Lacomme et A. Morel ont réussi à cultiver divers microbes sur des milieux chimiquement définis, constitués par des acides monoamidés ou des bases hexoniques.

2^o SCIENCES NATURELLES. — MM. A. Muntz et L. Faure ont cherché à mesurer le degré de perméabilité des divers sols en déterminant sur place, à l'aide d'un dispositif approprié, la rapidité avec laquelle l'eau s'infiltre dans le sol. Les irrigations devraient se baser, pour chaque catégorie de sols, sur la quantité d'eau qui leur est nécessaire.

Séance du 20 Août 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. Esclangon adresse ses observations de la comète Finlay, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — M. Giacobini a déterminé l'orbite définitive de la comète 1905 a; la durée de sa révolution est de 297,15 années. — M. G. Bigourdan communique les sismogrammes enregistrés à l'Observatoire de Paris à la suite du tremblement de terre de Valparaiso du 16 août 1906. Les premiers mouvements se sont produits dans la nuit du 16 au 17, vers minuit 45; les oscillations les plus fortes ne sont arrivées que 40 minutes après.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. D. Hinrichs montre que, pour les alcools tertiaires, les valeurs des moments d'inertie sont plus petites au commencement de la série, mais croissent plus rapidement avec le prolongement de la chaîne et bientôt excèdent celles des alcools secondaires. Or, la température d'ébullition est fonction du moment maximum d'inertie; donc ces températures devront suivre l'ordre des moments d'inertie donnés. C'est précisément ce résultat que M. L. Henry a constaté expérimentalement. — MM. E.-E. Blaise et L. Houillon montrent que les réactions entre groupements fonctionnels dans une même molécule ne sont pas une fonction périodique de la position de ces groupements fonctionnels, tout au moins dans la cyclisation des diamines. — MM. J. Wolff et A. Fernbach ont constaté que l'empois d'amidon chauffé sous pression perd sa viscosité sous l'influence de petites quantités de chaux, de magnésie, d'ammoniaque ou de soude; l'alumine n'a aucune influence.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Giard signale les progrès, aux environs de Paris, d'un Diptère exotique, introduit il y a six ans, la Mouche des fruits ou *Ceratitis capitata*, qui attaque les pêches. Il menace de produire bientôt des ravages sérieux. — MM. J. Kunstler et Ch. Gineste ont cultivé des Opalines dans de l'eau salée physiologique et même dans de l'eau pure. Leur structure paraît y disparaître en totalité, sans laisser aucune trace apparente.

Séance du 27 Août 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Duhem poursuit ses recherches sur les deux chaleurs spécifiques d'un milieu élastique faiblement déformé et donne diverses extensions de la formule de Reech. — M. M. Gandillot estime qu'on peut reconstituer toute la musique, gammes et harmonie, en se basant sur le principe de la consonance, lequel peut s'exprimer ainsi : Le musicien aime à assonner les sons dont les hauteurs sont en rapports simples. — M. H. Breuil montre que ce qui caractérise surtout les aciers au cuivre utilisables (jusqu'à 4 % de Cu), c'est la finesse de leur structure. Ces aciers ont d'autant plus de perle granulo-sorbique que la teneur en Cu est plus élevée; cette sorbite donne de l'homogénéité, de la ténacité et de la dureté au métal. — MM. A. Fernbach et J. Wolff ont reconnu que les sels neutres au méthylorange n'ont aucune influence sur la perte de viscosité des empois chauffés sous pression; par contre, les sels alcalins à ce réactif génent beaucoup la liquéfaction et il suffit de traces d'alcalis pour l'empêcher. — MM. R. Lépine et Boulud démontrent que l'acide oxalique qui existe normalement dans l'organisme est l'origine de l'oxyde de carbone contenu dans le sang normal et surtout dans le sang de certains anémiques.

2^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Carnot et M^{lle} Cl. Defandre ont constaté que la rénovation du sang, après saignée, paraît être provoquée et dirigée par une substance active, capable de provoquer l'hémopoïèse (*hemopoietine*), qui se trouve dans le sérum et est détruite à 55°. — M. G. Dela-roix décrit une maladie de la pomme de terre, fréquente en Allemagne et qui semble se répandre en France; elle est due à une bactérie, le *B. phytophthora*, qui liquéfie rapidement la gélatine.

Séance du 3 Septembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. Rémondos montre que la plupart des propriétés fondamentales de la croissance des fonctions uniformes sont tenant un élément essentiel, sinon caractéristique, de celle des fonctions ayant un nombre fini de branches, dites algébroides. — M. F. Sy adresse ses observations de la comète Kopff faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. J. Guillaume communique ses observations de la même comète, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — MM. A. Claude et L. Driencourt décrivent un niveau auto-collimateur à horizon de mercure présentant les avantages suivants : 1^o La précision de l'horizontalité des lignes est presque décuplée; 2^o La vérification de cette horizontalité et la lecture de la mire se font simultanément; 3^o Les retournements sont supprimés; 4^o Dans les pays de plaine, l'espacement des mires pourra être sensiblement augmenté.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. Pêchenx estime qu'avec une soudure bien isolée pour éviter l'oxydation et avec un refroidissement convenable des fils du couple après la soudure (pour éviter l'effet Thomson), le pyro-

mètre nickel-cuivre, moins coûteux, peut rendre de bons services dans les mesures industrielles. — M. A. de Schulten a constaté que la northupite $2\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{Na}^+\text{CO}_3 \cdot \text{Na}^+\text{SO}_4$ et la tychite $2\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{Na}^+\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaCl}$, qui ont une composition semblable et même forme cristalline, sont isomorphes et cristallisent ensemble en proportions quelconques. — M. J. Bougault montre que la présence d'une liaison éthylique en position lactonique (75 ou 76) ne suffit pas pour permettre la formation de lactones iodées dans l'action de l'acide hypiodeux naissant sur les acides éthyliques. La présence de certains groupes dans la chaîne lactonique peut s'opposer à la fixation de l'acide hypiodeux. — M. G. Malfitano estime que l'on peut étudier les matières amyliacées à l'aide de nos connaissances actuelles sur l'état colloïdal.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 28 Juillet 1906.

M. le Président annonce le décès de M. P. Brouardel, membre de la Société.

M. J. Jolly montre que la théorie de la formation des globules rouges dans l'intérieur des cellules vasofornes doit être rejetée. — M. E. Nicolas décrit un nouveau procédé de recherche des composés glyconiques dans l'urine normale, basé sur la formation de furfural sous l'action de HCl à chaud et sa propriété de donner avec l'indoxyle provenant du dédoublement des composés indoxyliques par HCl un indogénide à fluorescence verte. — M. Ch. Porcher montre que le dédoublement d'un bihexose doit toujours s'opérer sur l'urine même avant la défécation, lorsqu'on tient à effectuer celle-ci avec l'azotate mercurique.

M. Ch. Féré a constaté que le ménagement de la fatigue favorise le travail tant en quantité qu'en qualité. — M. H. Vincent démontre l'unicité du parasite de la maladie de Madura (*Streptothrix Madurae*), qui peut toutefois présenter des formes dégénératives variées. — M. F. Dévé montre que le chien d'abattoir est fréquemment sujet à l'échinococcose et devient une cause de contamination redoutable pour les personnes ou les animaux qu'il approche ou qui vivent dans son intimité.

M. L. Papin a observé une relation étroite entre le développement du revêtement corné de l'épithélium pharyngo-œsophagien chez le cobaye et celui du stratum granulosum. — MM. G. Meillière et L. Camus ont reconnu que la lésion expérimentale du plancher du 4^e ventricule produit de l'insurie chez un sujet suralimé. — MM. A. Calmette, P. Vansteenberghe et Gryseze estiment que le pneumococque introduit dans le tube digestif peut passer à travers la muqueuse épithéliale de l'intestin et cheminer avec la lymphe jusqu'aux vaisseaux capillaires du poulmon, pour y produire, dans certaines conditions, des foyers de pneumonie lobaire. — MM. Cl. Regaud et J. Blanc montrent que c'est de l'extrême sensibilité des spermatogonies aux rayons X que découle la stérilisation immédiate et définitive de l'épithélium séminal. — MM. J.-Ch. Roux et J. Heitz ont observé, dans les racines postérieures des mammifères, des fibres à myéline à trajet centrifuge. Elles persistent intactes, quinze jours après la section des racines postérieures, dans le bout radiculaire attenant à la moelle; elles dégénèrent dans le bout ganglionnaire. — M. E. Brumpt a transmis le *Trypanosoma inopinatum* à la Grenouille en faisant piquer celle-ci par des sangues infectées par ce parasite. Le trypanosome peut aussi s'inoculer directement d'une grenouille à l'autre. — M. Ed. Retterer a constaté que les perforations répétées du tégument y créent et y entretiennent un processus irritatif qui aboutit à l'épaississement de la membrane tégumentaire et à la production de végétations. — M. G. Moussu, ayant inoculé des cobayes avec du lait de femmes tuberculeuses, a tuberculisé environ un dixième des animaux traités. — M. Weinberg montre que, si la larve de *Gastrophile* détermine parfois au point de

fixation une réaction banale aseptique, elle peut aussi agir comme un corps étranger septique et donner lieu à une inflammation aiguë ou subaiguë par les microbes qu'elle introduit dans l'épaisseur de la paroi intestinale. — M. Ch.-A. François-Frank a reconnu qu'à chaque inspiration, chez les Oiseaux, la pression tombe parallèlement dans la trachée, dans le poulmon et dans tous les sacs aériens, qu'ils soient situés dans le milieu thoracique, dans l'abdomen ou à la région cervicale. La pression se relève partout à la fois pendant l'expiration. — MM. D. Courtaud et J.-F. Guyon démontrent de nouveau l'action toni-excitatrice exercée par le grand sympathique sur la couche circulaire de l'intestin grêle. — M. E. Couperot a observé une diminution parallèle et suivant le cours de la végétation des proportions de nitrates et d'acide cyanhydrique contenues dans le sureau. — M. C. Levaditi a réussi à cultiver le *Spirochaete refringens* en symbiose avec d'autres bactéries; il forme de courts vibrios ou de longs spirochètes, avec un seul cil terminal, sans membrane ondulante. — Le même auteur a constaté que la balanoposthite crosive de Berald et Bataille est inoculable au chimpanzé et que les singes cathariens sont insensibles à cette infection. — MM. A. Rodet et Valet décrivent la maladie expérimentale déterminée chez le rat et le chien par le *Trypanosoma Brucei*. — MM. A. Rodet et Lagriffoul ont préparé un sérum capable de protéger le cobaye contre l'injection intra-veineuse, vingt heures plus tard, de bacilles typiques vivants à dose plus que mortelle; cette propriété est une propriété antitoxique. — MM. H. Iscovesco et A. Matza ont constaté que le liquide péricardique contient des albumines positives et négatives et des globulines uniquement positives. Il ne peut coaguler spontanément parce qu'il lui manque des globulines électro-négatives. — M. H. Iscovesco a reconnu que les globulines simples de l'organisme subissent par digestion saline un dédoublement en deux globulines de charge électrique contraire. — Le même auteur montre que l'ovalbumine n'est pas un colloïde amphotère, mais un complexe formé par une albumine positive et une albumine négative. — MM. V. Henri et H. Iscovesco ont observé qu'une membrane formée par un complexe ayant une charge électrique donnée ne se laisse plus traverser par celui de ses constituants colloïdaux qui a une charge électrique semblable à la sienne. — MM. J. Calvé et H. Iscovesco ont constaté que la partie liquide du pus stérile d'abcès froid ne contient que des colloïdes électro-négatifs. — M^{lle} P. Cernovodeanu et M. V. Henri ont trouvé que les microbes suivants : charbon, colibacille, bacilles d'Eberth, de Koch, de la phléole, staphylocoque doré, ont un signe électrique négatif; le bacille de Flexner est positif. — M. W. Gariaeff a observé que les cellules nerveuses des Céphalopodes contiennent une grande quantité de fibrilles; elles possèdent un réseau nerveux périphérique, aux points d'intersection duquel se trouvent des granulations. — M. H. Bierry et M^{me} Gatin-Gruzewska montrent que l'injection d'adrénaline chez le lapin décapulé provoque de l'anurie; le chien décapulé se comporte comme le chien normal. — M. H. Bierry a constaté qu'après injection ou ingestion de chloroforme ayant déterminé des lésions hépatiques, le sucre apparaît dans les urines pour des doses de lactose qui, normalement, chez le même animal, ne provoquent pas d'élimination du sucre. — M. G. Seillière a observé que la cellulose du coton, après dissolution dans la liqueur de Schweitzer et réprécipitation, est hydrolysée en grande partie par le suc digestif d'*Helix*. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild estiment que le rhumatisme chronique progressif se développe sur un terrain préparé par un trouble de sécrétion interne; à la faveur de celui-ci se produisent des auto-infections banales qui mettent en jeu les centres nerveux articulaires. — MM. A. Gilbert et M. Herscher ont déterminé la teneur en bilirubine du sérum sanguin dans l'obstruction chronique du canal cholédoque; elle est

de 1/1300 dans l'obstruction par lithiase et de 1/1100 dans l'obstruction par cancer. — M. G. Rosenthal a réalisé l'allobiavaccination du cobaye contre le vibron septique; cette méthode consiste dans l'immunisation ou la vaccination au moyen de la culture en tubes initiale et de repiquages. — MM. H. Labbé et G. Vitry ont constaté que les sulfocéphes introduits tout formés dans l'intestin ne se retrouvent pas tels dans l'urine. — MM. H. Labbé et L. Furet ont observé qu'au-dessus d'une quantité d'albumine oscillant aux alentours de 90 à 100 grammes la formation d'acide urique urinaire correspondante n'est plus, chez un sujet normal, proportionnelle à la quantité d'albumine; elle diminue notablement. — M. A. Sartory a étudié une levure nouvelle, le *Cryptococcus Bunnieri*, trouvée sur des feuilles d'ortie. Elle donne des voiles roses sur bouillon pepto-glycériné et sécrète de l'invertine. — M. Gengou a reconnu que la production de sensibilisatrices antituberculeuses ne dépend pas de la race des bacilles injectés. — M. Ch. Daboïs a obtenu un ralentissement initial du cours de la lymphé dans le canal thoracique par injection d'une solution hypertonique dans la veine fémorale de chiens préalablement saignés. — M. P. Courmont a observé que le pouvoir chromogène des bacilles acido-résistants est souvent très accusé, surtout en milieux glycéro-insolubles. Les bacilles de la tuberculose peuvent donner des cultures très chromogènes, rouge vif ou jaune d'or. — M. L. Thévenot a constaté que la mannite et le glucose sont favorables à la production des pigments des bacilles acido-résistants; la pomme de terre et la carotte sont de bons milieux de culture. — MM. G. Péju et H. Rajat résument leurs recherches sur l'iode de potassium facteur de polymorphisme chez les Bactéries. — M. Th. Mironesco a reconnu que les poudres inertes, introduites directement avec la sonde dans l'estomac, ne produisent pas l'anthraxose pulmonaire. — M. F. Guégnon décrit un chevalier permettant d'observer au microscope les tubes de culture. — MM. Slatineano et Galesesco ont étudié le liquide céphalo-rachidien dans le typhus exanthématique; il présente une mononucléose abondante, coïncidant avec celle du sang. — MM. J. Cantacuzène et P. Riegler ont constaté que les bacilles mureux tués, inoculés par voie intestinale, donnent lieu à des phénomènes d'intoxication pouvant aller jusqu'à la mort. L'injection de petites doses, par voie stomacale, à intervalles de trois mois, produit une accoutumance à l'intoxication. — MM. M. Villaret et L. Tixier ont observé deux cas de tabès avec poussées de polynucléaires dans le liquide céphalo-rachidien; mais ces éléments s'altèrent et disparaissent rapidement. — MM. Javal et Adler ont reconnu que la teneur en urée des différentes sérosités, chez un même sujet, sans être identique, est assez voisine. — M. R. Lauffer signale un cas de diabète arthritique où l'administration d'une dose de sucre supérieure à la quantité susceptible d'être utilisée a abaissé, pour la suite, les limites de l'utilisation.

SECTION DE NANCY

Séance du 11 Juillet 1906.

MM. P. Simon et L. Spillmann ont étudié les altérations du sang dans l'intoxication expérimentale par le chlorate de potasse; ce corps diminue rapidement le nombre des globules rouges et fait extravaser l'hémoglobine hors des hématies; les lymphocytes et les éosinophiles augmentent de quantité et les mononucléaires s'abaissent fortement. — M. S. Lévy montre que le liséré superficiel des cellules de soutien de la muqueuse olfactive représente l'équivalent d'une garniture ciliée. — M. R. Collin estime que la présence de substance chromatique à l'intérieur du noyau des cellules nerveuses pathologiques, signalée par Lache, doit constituer un phénomène de réparation de la substance chromatophile cytoplasmique. — M. Ch. Soyér décrit un type d'ovocytes ramifiés et à forme

hydroïde qu'il a observé chez la Punaise des bois, et il cherche à retracer la façon dont ce type ovocytaire arrive à se réaliser. — M. P. Aime a vu, dans l'ovaire du cheval, se différencier successivement deux glandes interstitielles: 1° une fatale très développée, dégénérant vers la fin de la vie intra-utérine; 2° une glande jeune, moins importante, apparaissant aux environs de la naissance et persistant jusqu'à l'établissement de la puberté. — M. L. Bruntz signale la présence d'un organe phagocytaire chez les Polydesmes. — M. A. Weber a observé que l'ébauche cardiaque des Lophobranchies présente des phénomènes de torsion très compliqués: renversement normal, puis inversion. — M. L. Cuenot montre que la coagulation spontanée du liquide colomique des Oursins a le même effet protecteur que la coagulation fibrineuse des Arthropodes et des Vertébrés; le caillot ainsi formé au contact des blessures est capable de fermer assez vite les petites perforations.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 Mai 1906 (fin).

M. F. W. Dyson présente le résultat des déterminations des longueurs d'onde des spectres de la chromosphère et de la couronne, photographiés au cours des trois expéditions organisées par l'Observatoire royal de Greenwich pour l'étude des éclipses totales du Soleil de 1900, 1901 et 1905. Le Mémoire est purement descriptif et montre en détail les relations entre le spectre chromosphérique et ceux de l'éclatelle et de l'arc, sans chercher des causes physiques aux différences et aux ressemblances. — M. W. N. Shaw poursuit l'étude de la périodicité apparente dans les récoltes de blé de l'est de l'Angleterre de 1885 à 1905. La récolte est en relation avec la hauteur de pluie tombée l'automne précédent. Il semble que cette récolte soit soumise à une période de onze ans à six composantes harmoniques.

Séance du 24 Mai 1906.

M. J. N. Langley: Sur les terminaisons des nerfs et sur les substances excitables spéciales dans les cellules. L'auteur indique, dans ses conclusions générales, que son travail établit qu'il y a des raisons de croire que, dans chacun des trois grands types de connexion de la terminaison périphérique d'un nerf efférent avec une cellule, un constituant de la substance cellulaire est stimulé ou paralysé par le poison ordinairement considéré comme stimulant ou paralysant les extrémités des nerfs. Des raisons, quoique moins complètes, ont été données pour supposer que ces poisons n'ont pas d'action spéciale sur les extrémités nerveuses, et que, physiologiquement, la terminaison du nerf n'est pas essentiellement différente de la fibre nerveuse. Dans ce cas, non seulement la fonction de réaction aux nombreux corps chimiques, mais probablement aussi l'aptitude spéciale à la fois des nerfs afférents et efférents pour la fatigue doivent être transférés des terminaisons nerveuses au même constituant de la cellule. Cette théorie ajoute à la complexité de la cellule. Elle nécessite la présence, dans celle-ci, d'une ou plusieurs substances (substances réceptives) qui sont capables de recevoir et de transmettre les stimuli, et capables de paralysie isolée; et aussi d'une ou plusieurs substances reliées à la principale fonction de la cellule (contraction ou sécrétion) ou, dans le cas des cellules nerveuses, à la décharge des impulsions nerveuses. L'auteur parle de différentes « substances » dans la cellule, avec l'intention d'employer un terme aussi vague que possible. Ces « substances » sont des radicaux de la molécule protoplasmique; actuellement, cependant, il ne pense pas qu'il faille aller plus loin dans la spéculation, en laissant à de nouvelles expériences le soin de jeter quelque lumière sur ce problème.

Séance du 31 Mai 1906.

M. J. Johnston : Les constantes d'affinité des électrolytes amphotères. I. Les dérivés méthylés de l'acide para-aminobenzoïque et de la glycine. La constante basique k_b a été déterminée au moyen de la catalyse de l'acétate de méthyle, par la méthode de comparaison de Walker et Wood, ou au moyen de la méthode de

par les deux auteurs précédents et met en évidence l'influence de la substitution du groupe méthyle dans le groupe AzH^2 ou $COOH$. L'examen des tableaux précédents permettra au lecteur de tirer lui-même les conclusions données par l'auteur.

Séance du 7 Juin 1906.

M. E. Wilson : Effets de l'auto-induction dans un

TABLEAU I. — Constantes d'affinité des dérivés méthylés de l'ac. p-aminobenzoïque et de la glycine.

	k_a	k_a/K	k_b	k_b/K
1. $C^6H^4(AzH^2)COOH$	$1,21 \times 10^{-5}$	1×10^9	$2,54 \times 10^{-12}$	210
2. $C^6H^4(AzH^2)COOCH^3$	—	—	$2,42 \times 10^{-12}$	200
3. $C^6H^4(AzH^2)COOCH^3$	—	—	$2,88 \times 10^{-12}$	238
4. $C^6H^4(AzHCH^3)COOH$	$0,92 \times 10^{-5}$	$0,76 \times 10^9$	$1,66 \times 10^{-12}$	137
5. $C^6H^4(AzHCH^3)COOCH^3$	—	—	$2,08 \times 10^{-12}$	173
6. $C^6H^4(Az(CH^3)^2)COOH$	$0,94 \times 10^{-5}$	$0,778 \times 10^9$	$3,27 \times 10^{-12}$	269
7. $C^6H^4(Az(CH^3)^2)COOCH^3$	—	—	$3,34 \times 10^{-12}$	276
8. $C^6H^4 \left\{ \begin{array}{l} Az(CH^3)^2 \\ \text{COO} \\ \text{COOCH}^3 \end{array} \right\}$	env. 10^{-14}	—	$3,23 \times 10^{-11}$	2.667
9. $C^6H^4 \left\{ \begin{array}{l} Az(CH^3)^2 \\ \text{COOCH}^3 \end{array} \right\}$	—	—	très grand.	très grand.
$CH^3(AzH^2)COOH$	$3,4 \times 10^{-10}$	28.100	$2,94 \times 10^{-12}$	243
$CH^3(AzH^2)COOCH^3$	—	—	$2,2 \times 10^{-10}$	18.000
$CH^3(AzHCH^3)COOH$	$4,3 \times 10^{-10}$	10.750	$1,77 \times 10^{-12}$	146
$CH^3(Az(CH^3)^2)COOH$	$1,4 \times 10^{-10}$	12.000	$1,06 \times 10^{-12}$	85
$CH^3 \left\{ \begin{array}{l} Az(CH^3)^2 \\ \text{COO} \\ \text{COOCH}^3 \end{array} \right\}$	env. 10^{-11}	—	$8,7 \times 10^{-13}$	72
$CH^3 \left\{ \begin{array}{l} Az(CH^3)^2 \\ \text{COOCH}^3 \end{array} \right\}$	—	—	41×10^{-11}	9.000

solubilité de Löwenherz. La constante acide k_a a été déterminée au moyen des mesures de conductibilité ou par la méthode de l'hydrolyse des sels de Shields. Le Tableau I donne les résultats de l'auteur (K est la

cylindre en fer. Un cylindre en fer de 23,4 centimètres de diamètre est traversé, dans la direction de son axe de figure, par un courant électrique, que l'on amène à être constant. Sous l'action d'une différence de poten-

TABLEAU II. — Constantes d'affinité des dérivés méthylés des acides o- et m-aminobenzoïques.

	k_a	k_a/K	k_b	k_b/K
1. } ortho	$1,04 \times 10^{-5}$	$8,6 \times 10^8$	$4,3 \times 10^{-12}$	440
2. }	—	—	$1,7 \times 10^{-12}$	133
3. }	—	—	$1,5 \times 10^{-12}$	126
4. }	$0,46 \times 10^{-5}$	$3,8 \times 10^8$	$0,94 \times 10^{-12}$	77
5. }	—	—	$33,6 \times 10^{-12}$	2.780
6. }	$0,00023 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^5$	$0,28 \times 10^{-12}$	23,3
7. }	—	—	$60,5 \times 10^{-12}$	3.000
8. }	$< 10^{-14}$	< 1	$0,28 \times 10^{-12}$	23,2
9. }	—	—	très grand.	très grand.
1. } méta	$1,63 \times 10^{-5}$	$13,5 \times 10^8$	$13,3 \times 10^{-12}$	1.100
2. }	—	—	$43,6 \times 10^{-12}$	3.600
3. }	$0,8 \times 10^{-5}$	$6,6 \times 10^8$	12×10^{-12}	1.000
4. }	$0,8 \times 10^{-5}$	$6,6 \times 10^8$	$19,4 \times 10^{-12}$	1.600
5. }	—	—	73×10^{-12}	6.000
6. }	$< 10^{-14}$	< 1	31×10^{-12}	2.800
7. }	—	—	très grand.	très grand.

constante de dissociation de l'eau). — **M. A. C. Cumming :** Les constantes d'affinité des électrolytes amphotères. II. Dérivés méthylés des acides ortho et méta-aminobenzoïques. Le Tableau II donne les résultats obtenus par l'auteur pour les deux acides libres ortho- et méta et leurs huit dérivés isomères des dérivés de l'acide para mentionnés ci-dessus. — **M. J. Walker :** Les constantes d'affinité des électrolytes amphotères. III. Les amino-acides méthylés. L'auteur discute les résultats obtenus

et suffisamment grande et d'une résistance non inductive, le courant total est subitement renversé et maintenu constant; sa propagation vers le centre du cylindre est étudiée à l'aide de bobines exploratrices qui y sont plongées. Les résultats indiquent qu'un courant d'environ 500 ampères prend deux minutes pour devenir uniforme sur toute la section du cylindre. Le délai est causé par les forces électromotrices opposées, induites dans la masse par le changement des flux

magnétiques produits par les courants intérieurs aux anneaux successifs. Lorsque le courant total est faible, la E. m. induite au centre, par exemple, se produit de suite, puis disparaît. Avec des courants d'environ 300 ampères, un second maximum est développé après environ 80". Pour des courants totaux graduellement croissants, le second maximum a lieu à des intervalles de temps plus courts après le renversement et devient le trait le plus dominant du phénomène. Les résultats obtenus peuvent être appliqués à des cylindres de diamètres différents de celui qui a servi à l'expérimentation, et l'auteur a estimé le temps nécessaire pour faire usage de la section entière d'un fil télégraphique en fer et de rails en acier, tels qu'on les emploie dans la traction par courants alternatifs. — Le Comte de Berkeley et M. E. G. J. Hartley : *Sur les pressions osmotiques de quelques solutions aqueuses concentrées*. Les auteurs donnent le résultat des mesures de pressions osmotiques des solutions aqueuses de sucre de canne, de dextrose, de galactose et de mannite. On fait agir sur la solution (qui est séparée du solvant par une membrane semi-perméable) une pression graduellement croissante, jusqu'à ce que le solvant, qui passait d'abord dans la solution, renverse sa direction et soit repoussé. La pression, quand il n'y a plus de mouvement du solvant, est considérée comme la pression osmotique. Toutefois, par suite de la difficulté de déterminer le point exact auquel aucun mouvement n'a lieu, les expériences sont conduites de façon à permettre d'observer la vitesse du mouvement du solvant à la fois quand la pression sur la solution est juste supérieure et juste inférieure à la pression du point de renversement; de cette vitesse, on déduit la pression osmotique. La série des pressions converties par les expériences a été de 12 à 135 atmosphères. Les pressions osmotiques des solutions de sucre de canne mesurées directement et calculées d'après leurs tensions de vapeur concordent à moins de 3 %. — Sir W. Macewen décrit une série d'expériences montrant le rôle joué par les diverses structures dans la régénération de l'os, chez de jeunes chiens encore à la période de développement.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTIONS DE BIRMINGHAM ET DE NOTTINGHAM

Séance du 26 Avril 1906.

MM. F. R. O'Shaughnessy et H. W. Kinnersley communiquent leurs recherches sur la façon dont se comportent les colloïdes dans les eaux d'égouts. Ils arrivent aux conclusions suivantes : 1° La quantité de matière colloïdale en solution dans les eaux d'égouts varie beaucoup. L'urine et les matières fécales constituent les principales sources de la matière organique colloïdale; 2° En général, les eaux domestiques contiennent plus de matières colloïdales que les eaux résiduaires industrielles; 3° L'efficacité des fosses septiques comme moyen de destruction des boues a été sur-estimée; 4° La résolution *per se*, c'est-à-dire la décomposition de la boue solide originale dans une fosse septique, a lieu, pour la plus grande partie, après que la matière organique a passé en solution; 5° La quantité de matière colloïdale dissoute est augmentée par l'action septique; 6° L'orsqu'on possède un moyen rapide de se débarrasser des boues sans effet nuisible, le traitement septique est une erreur; 7° Dans le cas des auteurs, la seule raison de continuer le traitement septique a été que, par ce moyen, la grande quantité de boues à traiter sur le sol a été privée de son odeur désagréable; 8° La liqueur septique dont tous les solides en suspension ont été enlevés par sédimentation contient toujours de la boue potentielle; 9° La matière qui se sépare par le repos d'un échantillon clair de liqueur septique est insoluble, à odeur très faible, et elle est très stable; 10° L'une des principales fonctions

de tout procédé de purification des eaux d'égouts clarifiées est l'enlèvement de la boue potentielle qu'elle contient. Quand la liqueur est versée sur un bo sol, il n'en reste qu'une trace dans l'effluent; il en est de même des effluents des lits bactériens efficaces.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 14 Février 1906.

MM. F. G. Donnan et J. T. Barker : *La dilatation e volume du ciment Portland*. Un ciment bien fabriqué ne doit pas présenter une dilatation en volume maximum plus grande que 1 % quand on l'expose à l'essai à l'eau bouillante. La majorité des ciments examinés ont présenté une dilatation beaucoup moindre. La latitude de 12 millimètres de déplacement (dans l'appareil de Le Chatelier), accordée en Angleterre pour le ciment aéré pendant vingt-quatre heures, correspond à la dilatation de 1 % en volume.

SECTION DE LONDRES

Séance du 11 Juin 1906.

MM. C. Berghel et R. V. Briggs ont expérimenté les diverses méthodes de détermination de l'indigotine dans l'indigo commercial et dans les plantes fournissant de l'indigo (méthodes au permanganate et méthodes de réduction). Les résultats obtenus sont très concordants pour toutes les méthodes, excepté pour celle où le chlorure de baryum est utilisé comme précipitant. Les méthodes au permanganate sont plus simples et plus rapides que les méthodes gravimétriques ou de réduction; la purification par le carbonate de chaux est essentielle pour les méthodes de réduction. — M. W. A. Davis présente ses recherches sur les carbonates basiques de magnésium. Le carbonate acide de Mg en solution à la température ordinaire subit l'hydrolyse avec formation d'un hydroxy-carbonate $Mg(OH)(CO_2H)$, qui est un vrai carbonate basique. Le carbonate trihydraté $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ est en réalité l'hydroxy-carbonate dihydraté. Les carbonates doubles de magnésium et d'un métal alcalin $MgCO_3 \cdot K^+CO_3 \cdot 4H_2O$ ou $MgCO_3 \cdot K^+CO_3 \cdot 4H_2O$ sont, en réalité, les sels normaux ou acides du carbonate acide de magnésium : $Mg(CO_2K)^2$ ou $Mg(CO_2K)(CO_2H)$. Le dihydraté d'hydroxycarbonate de magnésium est décomposé comme suit par ébullition avec l'eau : $Mg(OH)(CO_2H) \cdot 2H_2O = Mg(OH)(CO_2H) + 2H_2O$; $Mg(OH)(CO_2H) + H^+O = Mg(OH)^2 + H^+O + CO_2$. Les poudres connues sous le nom de carbonates basiques de magnésium sont constituées par un mélange en proportions variables de $Mg(OH)(CO_2H) \cdot 2H_2O$, $Mg(OH)(CO_2H)$ et $Mg(OH)^2$.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 24 Juin 1906.

M. Engelmann adresse une Note sur la relation causale entre la contractilité et le pouvoir biréfringent. L'auteur fait la démonstration d'un nouveau modèle illustrant sa théorie de la contraction musculaire, modèle où le raccourcissement thermique d'une corde de violon gonflée est opéré non pas par un échauffement extérieur, mais par des courants d'induction traversant la corde elle-même. C'est ainsi qu'on obtient facilement des raccourcissements dont la vitesse égale celle des palpitations les plus rapides des muscles volontaires. Un même fragment de corde peut, sans être détérioré, exécuter des milliers de palpitations se succédant à une vitesse considérable.

Séance du 5 Juillet 1906.

M. Branco présente les résultats de ses études sur l'application des rayons X en paléontologie; il démontre tous les avantages que présente cette application et tout ce qu'on peut espérer d'elle. A. GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La recherche des petites planètes. — L'emploi de la photographie a beaucoup simplifié la recherche et la surveillance ultérieure des nouveaux astéroïdes et, de ce fait, la connaissance de l'anneau des petites planètes devait rapidement progresser. Or, il n'en est rien, bien que le fait puisse sembler paradoxal : l'étude de ces astres est, en effet, tombée dans une négligence relative, car bien des astronomes apprécient médiocrement les efforts persévérants et laborieux de ceux qui observent simplement les petites planètes. La photographie, simplifiant théoriquement, jetait par là même un certain discrédit sur les observations : et, cependant, il s'en faut que chaque observateur soit outillé pour les recherches photographiques ; si même une petite planète est découverte, elle est assez souvent perdue faute d'éléments suffisants ; les premières données des observations sont sans précision, et parfois tardives ; enfin, un grand nombre de celles que découvre la photographie sont beaucoup trop faibles pour les mesures visuelles, et personne ne se charge de les suivre par le même procédé que celui de la découverte.

De cette façon, l'anneau s'enrichit certainement assez vite, mais les observateurs font défaut ; sans doute, il n'est pas glorieux de suivre des observations dont la technique est assez bien établie, mais cependant la chose est indispensable si l'on en juge par les éléments elliptiques parfois très grossiers et par les corrections d'éphémérides assez élevées. Ces fortes corrections, même, peuvent arriver à paralyser complètement les observateurs déjà très gênés par d'autres données : recherche d'objets faibles même à des positions assez bien connues, mais dans des régions riches, étoiles de comparaison impossibles à trouver pratiquement, etc...

En un mot, dans l'état de choses actuel, l'anneau s'enrichit d'une façon presque inutile par suite de la connaissance beaucoup trop grossière que nous avons individuellement de chaque astre.

Et puisque les observatoires sont rares dans lesquels, systématiquement, on s'efforce de suivre les planètes nouvellement découvertes, il était bon qu'une voix très autorisée, comme celle de M. Palisa, s'élevât pour

demander des améliorations¹. Il faudrait, avant tout, des cartes écliptiques, couvrant par exemple 10° ; mais, surtout, des cartes petites, maniables, car tout ce que l'on possède à l'heure actuelle est impraticable dans le cas d'observations équatoriales et ne peut constituer qu'un objet de collection et de bibliothèque. Ces cartes, aussi bien, pourraient être obtenues par des procédés sommaires, et devraient être sans quadrillages.

En outre de cette réforme vraiment utile, nous aimerions voir grouper les positions d'étoiles disparues, positions que les observateurs publiaient encore jadis de-ci, de-là : c'est un travail très utile, que peut faire sans beaucoup de peine l'observateur qui suit les petites planètes, et auquel on a également renoncé, la considération qui s'y attachait étant tombée.

Espérons que, grâce à M. Palisa, l'attention sera un peu attirée sur ces questions, car on entend souvent les doléances de ceux qui s'intéressent à cette matière, et qui souffrent de son imperfection.

Etude de la chromosphère avec un spectrographe à fente circulaire. — M. Donitch a présenté à l'Académie des Sciences de Saint-Petersbourg un essai, analysé dans le *Bulletin Astronomique*, pour l'étude de la chromosphère en dehors des éclipses de Soleil avec un spectrographe à fente circulaire : cette disposition nouvelle lui suggérée à l'auteur par les expériences qu'il fit lors des éclipses totales du 28 mai 1900 et du 17-18 mai 1901. L'image focale du Soleil, produite par un objectif, est projetée par un second sur le plan d'une fente circulaire de 180° d'angle, de manière que le diamètre de la seconde image solaire soit un peu plus petit que celui de la fente. En faisant varier la dimension de l'image solaire, on arrive à détacher du bord un croissant extrêmement mince et allongé. L'étude spectrométrique fait connaître pour chaque raie la longueur d'onde et l'épaisseur de la couche chromosphérique.

On s'est particulièrement attaché aux trois raies H₂, H et K, attribuées, la première à l'hydrogène, les deux dernières au calcium. Les épaisseurs correspondantes seraient 1.400 kilomètres, 2.000 kilomètres, 2.000 kilo-

¹ *Astronomische Nachrichten*, n^o 3935.

mètres, valeurs plus faibles que celles qui ont été déduites précédemment des observations d'éclipses.

Ce sont là d'intéressants résultats, et il serait désirable, selon le vœu même de M. Donitch, que de pareilles expériences pussent être poursuivies dans une station de montagne.

§ 2. — Physique

Détermination objective de la fréquence des flammes de König. — Lorsqu'on a fait entrer un gaz, à travers un tube, dans une capsule fermée par une membrane et qu'on le laisse s'échapper à travers

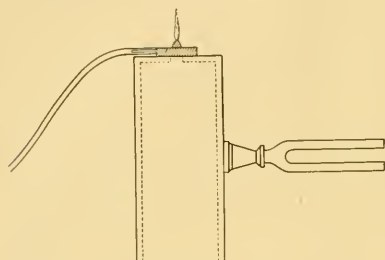


Fig. 1. — Dispositif de M. Marbe pour la production de flammes oscillantes.

un autre tube, on modifie la vitesse d'écoulement du gaz par les vibrations qu'on communique à la membrane; aussi la hauteur des flammes allumées à l'embouchure du tube est-elle fonction de ces vibrations mêmes.

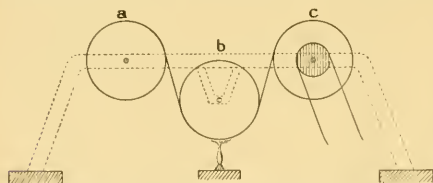


Fig. 2. — Enregistrement des oscillations des flammes par des taches de suie. — a, b, c, tambours supportant le papier enregistreur.

C'est là le phénomène bien connu des flammes de König. Pour démontrer la présence d'oscillations dans ces flammes, on se sert en général d'un miroir tournant ou de dispositifs stroboscopiques. Ces derniers per-



Fig. 3. — Enregistrement fourni par le son d'un diapason (300 vibrations).

mettent d'étudier avec plus de détails la forme des flammes oscillantes. Lorsqu'on veut fixer par une image objective la forme et la fréquence de ces vibrations, on les photographie sur une bande de papier se déroulant d'une façon appropriée.

On se sert des flammes de König pour démontrer la présence et pour étudier le nombre des vibrations acous-

tiques. Par contre, ces flammes ne se prêtent point à l'étude de la forme des oscillations primaires ou de celles de la membrane.

M. K. Marbe a été conduit, par des recherches appartenant au domaine de la Psychologie linguistique, à inscrire les oscillations de ces flammes par un procédé tout à la fois objectif, plus simple et moins coûteux



Fig. 4. — Enregistrement fourni par le courant alternatif municipal.

que la photographie. Il fait passer à cet effet une bande de papier perpendiculairement au diamètre d'une flamme produisant de la suie; celle-ci laisse alors sur le papier des taches de suie correspondant à la forme des oscillations. Un diapason à 300 vibrations était disposé sur une boîte en bois ouverte d'un côté et présentant du côté opposé un trou circulaire sur lequel la capsule de König était appliquée. La membrane se trouvant immédiatement au-dessus de l'ouverture (fig. 1).



Fig. 5. — Image de la voyelle « a ».



Fig. 6. — Image de la voyelle « e ».



Fig. 7. — Image de la voyelle « i ».



Fig. 8. — Image de la voyelle « o ».



Fig. 9. — Image de la voyelle « u ».

Un rouleau horizontal à bande de papier était disposé à quelques centimètres au-dessus de la pointe de la flamme (fig. 2).

Tant que, le papier se déroulant à une vitesse convenable, le diapason se trouvait au repos, on a obtenu une bande simple de couleur grise. Aussitôt que le diapason s'est mis à exécuter des vibrations, l'inscription, comme le fait voir la figure 3, a changé de caractère, les pointes des languettes étant orientées suivant

a direction du mouvement du papier. Ces languettes sont, paraît-il, les images d'une partie de l'enveloppe lumineuse de la flamme.

L'auteur a réussi à transmettre les vibrations d'une membrane téléphonique à une flamme de König et à l'enregistrer d'après le procédé qu'on vient de décrire, en remplaçant la membrane employée dans la première expérience par une membrane téléphonique, mise en vibrations par le courant alternatif de la Centrale municipale. La figure 4 fait voir les résultats ainsi obtenus. D'autre part, il évalue la fréquence de ce courant au moyen de deux flammes, reliées respectivement à la membrane du téléphone et au diapason.

Or, l'idée se présente spontanément de transmettre a voix humaine à la membrane et de la fixer graphiquement d'après cette même méthode, la membrane étant, comme d'ordinaire, reliée à un microphone. Les images caractéristiques des voyelles *a, e, i, o, ou*, sont reproduites dans les figures 5 à 9, où l'on distingue parfaitement les vibrations entières. Le même procédé se prête même à l'analyse de mots complets.

Le procédé de M. Marbe est, semble-t-il, appelé à donner lieu à d'intéressantes découvertes dans le domaine de l'Acoustique, ainsi que dans celui de la Phonétique. L'auteur étudie en ce moment la construction d'un appareil qui permettrait d'enregistrer graphiquement les hauteurs de sons formant un discours suivi. Cet appareil, qui sera combiné à un compteur marquant sur le papier les dixièmes de seconde, sera employé pour des recherches statistiques sur la *mélodie de la parole humaine*, recherches dont l'idée formait le point de départ du présent travail et qui seront d'autant plus intéressantes qu'on manquait jusqu'ici d'un moyen de se procurer des inscriptions phonétiques étendues et nombreuses.

D'autre part, le nouveau procédé se prêterait à des applications d'un ordre purement technique, dans la télégraphie transatlantique par exemple, où il remplacerait avantageusement les galvanomètres à bobines rotatoires et à aiguille (« siphon recorder ») par les inscriptions graphiques des vibrations d'une membrane.

Dans la télégraphie sans fil, on se voit parfois dans la nécessité de transmettre les oscillations électriques à des membranes téléphoniques et, par là, à l'oreille humaine. Or, la combinaison du téléphone à un appareil construit suivant le principe de M. Marbe permettrait la reproduction objective des radiogrammes.

La théorie de l'arc voltaïque sonore. — Au cours d'une étude étendue des phénomènes qui se passent dans les arcs voltaïques, M. H. Simon¹ avait fait voir que la caractéristique dynamique des arcs diffère, dans le cas du courant alternatif, de la caractéristique statique relative aux arcs à courant continu, la première présentant des tensions plus basses pour les intensités de courants décroissantes que pour les intensités croissantes. Ce phénomène, désigné par l'auteur sous le nom d'*hystérèse des arcs voltaïques*, semble dépendre d'une façon compliquée de la longueur des arcs, de la matière des électrodes, de la nature du gaz ambiant, de l'intensité maxima du courant, de la forme et de la fréquence du courant alternatif, etc. Or, tous ces phénomènes sont représentés d'une façon très satisfaisante par la théorie établie par M. Simon et qui interprète d'une manière précise un grand nombre de caractères jusqu'ici inexplicables de l'arc voltaïque.

Ce même phénomène de l'hystérèse de l'arc voltaïque est susceptible d'expliquer les phénomènes relatifs aux *arcs sonores*². Après avoir déduit les conditions électro-dynamiques que doit satisfaire un conducteur capable de produire des oscillations non amorties dans un système oscillatoire disposé en parallèle, l'auteur réalise et discute les caractéristiques

dynamiques de l'arc sonore au moyen de l'oscillographe. Par cette même méthode, il étudie la genèse des phénomènes sonores dans leur relation avec les conditions de fonctionnement. Les propriétés physiques spéciales de l'arc se trouvent par là élucidées; certaines complications jusqu'ici incompréhensibles s'interprètent également grâce à l'hystérèse de l'arc.

La théorie de cette hystérèse, donnée par M. Simon, sert à établir une théorie de l'arc sonore qui rend tous les phénomènes observés de la façon la plus satisfaisante. Sur la base de cette théorie, l'auteur réussit enfin à réunir les principes sur lesquels il faut se guider pour engendrer, au moyen de l'arc voltaïque sonore, des courants alternatifs à haute fréquence.

§ 3. — Chimie

La fabrication domestique du vinaigre de vin. — On sait que le vinaigre de vin est le plus fin et le plus apprécié par les consommateurs; mais le produit vendu sous ce nom dans le commerce est l'objet de bien des contrefaçons. Aussi n'est-il pas rare de voir le public fabriquer lui-même son vinaigre au moyen de vins de qualité ordinaire. L'acétification domestique du vin est plus ou moins empirique et donne des produits de qualités variées. Ayant été amené à étudier cette question, mes recherches m'ont conduit à préconiser le procédé suivant, simple, rapide, et qui donne d'excellent vinaigre :

On prend un petit bocal en verre, d'une contenance d'environ 2 litres, au fond duquel on dispose un petit lit de copeaux de hêtre de 4 centimètres de hauteur; on y ajoute un peu d'estragon coupé en morceaux. Puis on arrose le tout avec du vinaigre de bonne qualité, préalablement tiédi, jusqu'à ce que les copeaux baignent complètement. On place le vase dans un placard ou buffet de cuisine à la lumière diffuse; il devra y rester pendant toute la durée de la fermentation. Après un repos de huit jours, il s'est formé à la surface du liquide un mince voile, constitué par une culture de *Mycoderma Aceti*. On ajoute alors le quart environ d'un litre de vin bien filtré, en ayant soin de verser ce vin contre les parois pour ne pas briser le voile qui recouvre le liquide. On répète deux fois cette opération à deux jours d'intervalle, puis finalement tous les jours jusqu'à ce que le liquide atteigne le niveau du col du récipient.

Au bout de cinq semaines, l'acétification est complète; il faut alors soutirer le vinaigre formé sans trop tarder, car le *Mycoderma Aceti*, ne se trouvant plus en présence que de faibles traces d'alcool, pourrait porter son activité sur l'acide acétique lui-même et sur les éthers à odeur aromatique qui lui donnent son bouquet pour les transformer en eau et acide carbonique. On prélève seulement les deux tiers du liquide, que l'on filtre et qui pourrait servir pour la consommation courante. Au tiers restant, on ajoute une nouvelle quantité de vin et l'on continue la fermentation comme précédemment.

On peut encore perfectionner le dispositif précédent de la façon suivante : On recouvre le bocal d'un couvercle en carton percé de trois trous. Le premier donne passage à un entonnoir avec filtre, terminé par un tube de verre plongeant jusqu'au fond du bocal; il permet d'introduire le vin tout filtré sans crainte de briser le voile mycétien. La seconde ouverture donne passage à l'air. Enfin, la troisième est traversée par un tube deux fois coudé, plongeant jusqu'aux deux tiers du vase et formant siphon, qui permet de soutirer le vinaigre sans difficulté une fois l'opération terminée.

Emile Leture,

Ingénieur-chimiste.

Les maladies microbiennes des vins de Champagne. — Nous recevons de MM. Kayser et Manceau la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« Nous vous serions très obligés de vouloir bien

¹ *Physikalische Zeitschrift*, no 6, 1907. *Revue gén. des Sciences* du 30 janvier 1906, p. 59.

² *Physikalische Zeitschrift*, no 13, 1906.

insérer quelques rectifications sur certains points qui nous concernent dans l'article de M. Cordier : « Les maladies microbiennes des vins de Champagne », paru dans la *Revue générale des Sciences* du 15 septembre 1906.

« Page 794, M. Cordier signale que MM. Kayser et Manceau ont aussi reconnu la formation, par des bactéries retirées de vins filants d'origines diverses, de mannite et d'acide lactique. M. Cordier oublie que nous avons en même temps caractérisé ces bactéries comme ferments de la graisse, par ensemencement dans des vins stérilisés qui sont devenus gras, en donnant les produits connus, ce qui n'avait pas été fait antérieurement avec des cultures pures.

« M. Cordier ajoute : « Nous avons nous-même établi » (*Revue de Viticulture* du 1^{er} février 1906) que la graisse « utilise principalement le lévulose résiduel des vins. »

« On établit quelque chose en donnant des chiffres, des résultats d'expérience. L'article de la *Revue de Viticulture* ne contient rien de semblable. Entre le fait expérimental d'avoir montré que les microbes isolés par nous rendent les vins gras et qu'ils préfèrent le lévulose, et une simple hypothèse, qu'on pourrait, d'ailleurs, *a priori*, appliquer à tous les ferments de maladie, le choix n'est pas douteux, et nous devons revendiquer une priorité bien justifiée par les chiffres que nous avons cités dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 23 juillet 1906. La prédominance du lévulose dans le résidu sucré des vins de Champagne a été établie par M. Manceau, auquel on doit, d'ailleurs, les preuves expérimentales de l'existence de ce résidu et la théorie actuelle de la préparation des vins mousseux.

« Page 794, 2^e colonne, nous trouvons cette phrase : « Si l'on vient à tenter la détermination des caractères « cultureux sur le milieu pour nous le plus intéressant, c'est-à-dire sur le vin, on s'aperçoit bien vite que « l'expérimentation devient tellement difficile qu'il est « nécessaire de l'abandonner. »

« Cette affirmation nous surprend d'autant plus que notre travail, résumé dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 23 juillet 1906, avait surtout pour lui de préciser les résultats de la culture dans les vins, et, comme les microbes étudiés par nous préfèrent le lévulose dans les vins, il est logique de faire disparaître ce sucre par une levure énergique de lévulose, telle que M. Dubourg nous les a fait connaître il y a une dizaine d'années.

« Cette contradiction, que nous venons de relever, entre les assertions de M. Cordier et les résultats de nos travaux, n'est d'ailleurs point la seule.

« Veuillez agréer, etc.

« E. Kayser,

« E. Manceau,

« Directeur du Laboratoire de fermentation » « Docteur en sciences. »
« à l'Institut national agronomique. »

§ 4. — Géologie

Analyse des cendres du Vésuve. — Les cendres recueillies le 14 août 1906 à Ottajano par M. Prinz ont été analysées par M. A. Cosyns, qui en donne les principales caractéristiques suivantes :

Desséchée complètement, la cendre ne perd, à 110°, que 0,31 %, composés de 0,28 d'eau et 0,03 d'acide volatil.

Par calcination au rouge, elle perd une certaine quantité de gaz réducteurs, puis, au contact de l'air, augmente légèrement de poids par suite de l'oxydation des composés de fer au minimum.

Elle abandonne à l'eau froide 1,68 %, dont la majeure partie est composée de :

Sulfate de calcium	0,895
Chlorure de sodium	0,761

puis des sulfates de magnésie, alumine, silice, du car-

bonate de soude, des chlorures de fer et d'ammonium, etc.

L'aimant enlève à la cendre environ 4 % de fer magnétique, contenant lui-même 2 % de TiO_2 (oxyde de titane).

L'analyse chimique globale révèle dans la cendre lavée à l'eau froide :

Silice SiO_2	48,65 %
Oxyde de fer $Fe^{(2)}$	16,25
Chaux CaO	11,21
Alumine Al_2O_3	14,76
Magnésie MgO	3,94
Soude Na_2O	3,19
Potasse K_2O	2,83
Oxyde de manganèse MnO	0,02
Oxyde de chrome $Cr^{(2)}$	0,669
Oxyde de titane TiO_2	0,115
Arsenic As	Traces.
Fluor Fl	—
Bore Bo	—
Zinc Zn	—

M. A. Cosyns a étudié de nombreux échantillons, pris à des jours différents, et dont la composition est variable, dépendant notamment de la situation atmosphérique au moment de l'éruption et peu après celle-ci ; mais l'exemple que nous donnons peut constituer un type fréquent, autour duquel oscilleront les autres.

§ 5. — Sciences médicales

Les tics et le sommeil. — La plupart des auteurs qui ont étudié les tics dans le courant de ces dernières années, Brissaud, Henry Meige et E. Feindel, admettent que les tics cessent pendant le sommeil ; ce fait constitue même un caractère différentiel important entre le tic et le spasme qui, lui, peut persister pendant le sommeil.

M. Cruchet (*Société de Neurologie de Paris*, 1^{er} mars 1906) admet cependant que certains tics peuvent persister pendant le sommeil. A l'appui de cette assertion, il a rapporté l'histoire de deux petits garçons, l'un âgé de huit ans, l'autre de treize, atteints l'un et l'autre de tics multiples. Chez l'un d'eux, le tic prédominant pendant la journée était caractérisé par une secousse extrêmement violente et brusque de la tête en arrière.

Or, ce tic persistait durant le sommeil : toutes les demi-heures environ, l'enfant reproduit exactement le tic qu'il fait dans la journée, le répétant deux ou trois fois de suite, accompagné parfois de haussement des épaules.

Dans la deuxième observation, l'enfant endormi, les yeux clos, sans cri, sans cauchemar, se met sur son séant et, une fois assis, exécute trois ou quatre mouvements brusques de la tête en arrière ; puis il se recouche et continue à dormir.

D'après M. Henry Meige, les « mouvements nerveux » qui produisent des déplacements de l'extrémité céphalique méritent une attention toute spéciale. Les uns, en effet, comme les brusques secousses de hochement si fréquentes chez les jeunes tiqueurs, sont certainement comparables aux autres tics de l'enfance. D'autres, au contraire, mouvements de flexion, d'extension ou de rotation plus amples de la tête et du cou, ont une allure clinique un peu particulière. On peut hésiter à les assimiler complètement aux autres tics, surtout lorsqu'on les observe chez de très jeunes sujets. Le pronostic doit être plus réservé dans ces cas que lorsqu'il s'agit d'autres tics. M. H. Meige fait remarquer que précisément les seuls tics dont M. Cruchet ait noté la persistance pendant le sommeil sont des mouvements de la tête et du cou.

D'ailleurs, comme l'a fait observer M. Brissaud, les mouvements convulsifs de la tête et du cou ont des caractères spéciaux, dont Duchenne (de Boulogne) avait été frappé.

L'ARCHIPEL DES AÇORES¹

L'océan captive par ses merveilles et son influence reposante, mais les terres éloignées ont aussi leur attrait, et c'est avec plaisir qu'on les voit poindre sur l'horizon, après une croisière un peu longue. Le Prince n'ignore pas ces sentiments très naturels, et il ne néglige rien pour les satisfaire, sachant d'ailleurs que ces intermèdes donneront un nouvel élan aux recherches océanographiques. Quittons donc le domaine maritime, pour jeter un coup d'œil sur les côtes que nous avons vues de près ou visitées.

I

Voici d'abord le rocher de Gibraltar (fig. 1 et 2), qui se détache comme un gigantesque château-fort à l'entrée du détroit, sur la rive orientale de la baie d'Algésiras, du côté de la Méditerranée, où il descend par une pente raide et sans verdure. La ville (fig. 2) s'étage au bord même de la baie, occupant presque sans lacunes toute la base inclinée du roc, et traversée par une grande artère sur laquelle viennent s'ouvrir de nombreuses ruelles en pente. On n'a rien négligé pour rendre quelque peu agréable cet aride séjour : des chênes-verts, des lauriers, des nopals, s'élèvent au-dessus de la cité, en tous les points où peut subsister un peu de terre végétale; et, dans la ville même, on a ménagé un Jardin public assez vaste, où le défaut d'irrigation ne semble pas mettre obstacle au développement des pins, des faux poivriers, des aloès et de quelques arbustes tropicaux. Du détroit, et mieux encore de la baie, où la *Princesse-Alice* est ancrée près du vaste port de guerre, on distingue très bien les routes en zig-zag qui conduisent à la crête du rocher; on aperçoit même les canons qui dominent cette crête; et tout l'ensemble, avec ses

tunnels à meurtrières creusés au sein de la montagne, ses forts, ses batteries, donne l'impression d'une puissance peu commune, utilisée par un génie persévérant qui ne connaît pas les obstacles.

Après quatre jours de navigation dans l'Atlantique, nous passons au large de l'île Porto-Santo, dont la silhouette hérissée de pics se détache sur l'horizon. Le lendemain, nous sommes au pied même du groupe des Desertas : Chao, la grande



Fig. 1. — Le rocher de Gibraltar tel qu'il apparaît du sud, à l'entrée même du détroit, sous la forme d'un gigantesque biseau, presque à pic du côté de la Méditerranée, en pente moins raide du côté de la ville de Gibraltar. — Cette dernière s'échelonne au pied du rocher derrière la falaise verticale du premier plan. (D'après une photographie de M. le Professeur Joubin.)

Déserte et Bugio, trois sommets volcaniques séparés par des chenaux étroits et profonds. Ces îlots apparaissent inhospitaliers et sauvages, mais non sans caractère: les roches polychromes s'y superposent en couches irrégulières, interrompues çà et là par des coulées de cendre, ou recouvertes d'un gazon vert aux endroits quelque peu abrités. Allongée de l'est à l'ouest, la grande Desertas présente à nos yeux sa haute crête sinueuse et ses flancs abrupts qui la rendent presque inabordable; les habitants de Madère y vont recueillir de jeunes Puffins, et des tireurs au pied agile relancer la Chèvre sauvage; mais il faut une témérité peu ordinaire pour atteindre la hauteur où se tiennent ces animaux. La chasse aux chèvres est particulièrement accidentée et émouvante; le Prince s'y livra au cours d'une de ses campagnes antérieures, et il

¹ Voir : « Quelques impressions d'un naturaliste au cours de la dernière campagne scientifique de S. A. S. le Prince de Monaco », dans la *Revue* des 15 mars, 15 avril et 30 mai 1906.



Fig. 2. — *Le rocher de Gibraltar et la ville, vus de la baie d'Algésiras.* — L'extrémité méridionale du rocher, celle qui touche au détroit, n'est pas représentée dans cette photographie; à gauche, l'étroit ruban de terre basse qui rattache le rocher à l'Espagne. (D'après une photographie de M. le Professeur Joubin.)

donnent une terre fertile, mais éminemment propre aux phénomènes d'érosion. Ces derniers phénomènes se manifestent avec une intensité extraordinaire, à cause de la structure de l'île, qui, sur toute sa longueur (60 kilomètres), est séparée en deux versants par une crête montagneuse continue et fort élevée. Les flancs de la chaîne sont creusés d'innombrables ravins, appelés *currals*, qui, étroits et profonds (fig. 3), commencent aux sommets pour s'ouvrir dans la mer. Trois de ces ravins traversent la ville de Funchal, où ils ressemblent tout à fait aux lits de volumineux torrents. Le plus remarquable ravin est le

a pittoresquement décrit ce haut fait cynégétique | *Grand Curral*, qui commence au Pico Ruivo, le dans son beau livre : « La Carrière d'un navigateur ».

Le chenal qui sépare Bugio de la grande Déserte étant franchi, Madère nous apparaît toute verdoyante, et bientôt la *Princesse-Alice* jette l'ancre dans la baie de Funchal. La ville de ce nom ne compte pas moins de 44.000 habitants; avec ses routes pavées de petits galets obtus et glissants, elle offre peu de charmes aux piétons, mais elle se prête à merveille au service des *carros* ou traîneaux qui, ayant des bœufs pour attelage, remplacent pittoresquement nos voitures et nos fiacres. Funchal est une station sanitaire et de plaisance, très fréquentée par les Anglais et les Allemands; à l'exception de son Jardin public, orné de magnifiques plantes tropicales, du Musée d'histoire naturelle établi au Séminaire par l'ainable P. Schnitz, et d'une léproserie ancienne presque dépeuplée, on n'y voit rien de très remarquable. Mais elle est entourée de florissantes cultures, où d'innombrables canaux appelés *levadas* amènent les eaux de la montagne; et de gracieuses villas lui font cortège, noyées dans une végétation luxuriante jusqu'aux points où, sur la hauteur, commencent à se développer les bois d'Eucalyptus et les forêts de Pins.

A part un lambeau de terrain tertiaire, l'île est totalement volcanique, formée par une association de laves, de basaltes et de cendres qui



Fig. 3. — *La rivière de l'Enfer, au fond d'un curral, à Madère.*

point culminant de l'île (1.850 mètres), et vient déboucher dans l'océan, à 10 kilomètres vers l'ouest de Funchal. En dehors des cunrais, l'île est entourée d'une couronne de riches cultures, où dominent la vigne, la canne à sucre, l'igname, la patate et le maïs; puis vient la région des forêts et, au-dessus, celle des pâturages. Ces trois zones sont très évidentes, et nous pûmes les distinguer bien à loisir, quand, au matin du 31 juillet, le yacht leva l'ancre et se dirigea vers le sud-ouest, commençant sa longue traite vers la mer des Sargasses.

réennes sont toutes entièrement volcaniques, à l'exception de Santa Maria, la plus orientale, qui renferme un lambeau de terrain tertiaire exploité pour certaines constructions. J'ai vu à Ponta Delgada des blocs de ce dépôt sédimentaire; c'est une molasse marine, très riche en fossiles, et presque identique à celle qu'on trouve si abondamment en France et en Suisse dans la vallée du Rhône.

Peu à peu se découvre le versant méridional de l'île, avec son chef-lieu Ponta Delgada (22.000 habitants), qui occupe les bords d'une anse, au pied des petits cônes volcaniques et des contreforts du mas-



Fig. 4. — Réception solennelle du Prince de Monaco, au débarcadère de Ponta Delgada, en 1904, pour l'inauguration de l'avenue Albert I^{er}. — Le Prince affectionne les Açores et, depuis des années, en fait l'étude scientifique; les habitants de Ponta Delgada lui ont témoigné leur gratitude en donnant son nom à une belle avenue de leur côté. (Photographie Cervejaria Pereira.)

Après vingt-cinq jours de croisière, ce n'est pas sans plaisir qu'on voit à l'horizon se dessiner une côte. Le 24 août, dans la matinée, le yacht était en vue de Sao Miguel, et nous saluions avec un joyeux empressement la grande île açoréenne.

II

Étroite comme Madère, mais un peu plus grande et plus peuplée (119.000 habitants), cette île s'étend de l'est à l'ouest sur une longueur de 66 kilomètres; elle présente à chaque extrémité un massif montagneux dont les hauts sommets ont une altitude d'environ 1.100 mètres; entre ces deux zones terminales se trouve une partie relativement basse où s'élèvent, presque contigus, des cônes volcaniques très nombreux, les uns intacts, les autres échancrés à leur pointe. Au surplus, les îles aço-

sif occidental. Nous passons entre les cuirassés d'une escadre anglaise mouillée en rade, et le yacht jette l'ancre dans le port, qui est spacieux et protégé par une forte digue où l'on observe encore les traces violentes d'un cyclone. Nous pouvons admirer maintenant le pittoresque aspect de la ville, dont les maisons peintes en clair s'avancent jusqu'aux rochers du rivage, où se perdent au loin sur les flancs verts des collines environnantes. Ponta Delgada n'est pas construite en amphithéâtre au pied de hautes montagnes comme Funchal; mais, si elle occupe un paysage moins grandiose, les abords en sont plus saisissants, à cause des petites falaises littorales qui remplacent la grève caillouteuse de la ville madéraise. Le débarcadère du port (fig. 4) est gracieux, avec son porche et ses maisons en arcades; ailleurs, la ville ne présente rien de re-

marquable, ses rues ayant beaucoup de ressemblance avec celles des petites villes européennes et ses monuments religieux étant construits sur un type quelque peu banal, qu'on rencontre dans toutes les îles açoréennes et à Madère : grand bâtiment rectangulaire avec des fenêtres simples et carrées, un fronton limité par deux arabesques et parfois une tour à quatre faces, sans flèche terminale. Les habitants eux-mêmes n'offrent rien de particulier, si ce n'est l'humeur paisible qu'ils tiennent de leur doux et humide climat, si ce n'est également le costume ancien porté encore par bien des femmes (fig. 5) : ample manteau de laine noir qui enveloppe tout le corps, avec un capuchon immense au fond duquel paraît perdue et se détache en clair une figure féminine.

La ville ne possède pas encore de jardin public, mais elle a deux jardins particuliers, le jardin Borges et le jardin do Canto, où sont réunies et où se développent avec une vigueur incomparable les plantes arborescentes de nos pays et celles des climats tropicaux. Le jardin Borges est établi à la manière pittoresque, avec grottes et rocaillies, labyrinthes et vieille tour; vaste et fort bien entretenu, il renferme une collection de plantes des plus riches. Le jardin do Canto (fig. 6) se présente sous un aspect plus simple, mais il dépasse en splendeur le précédent par la belle disposition de ses massifs et de ses pelouses, par le choix plus varié de ses essences et par l'admirable développement de ses arbres. On voit là des Ficus à caoutchouc qui dépassent en hauteur nos plus beaux chênes, des allées de Palmiers prodigieusement belles, des Fougères arborescentes, des arbres à fruits des pays chauds et surtout un bois de hauts et puissants Bambous dignes de rivaliser avec ceux des forêts

tropicales. Il est fâcheux qu'aucune indication n'accompagne ces magnifiques spécimens de la flore exotique; dans ces jardins, le naturaliste se trouve en présence de végétaux dont il a certainement appris l'histoire, et qui sont perdus comme des étrangers parmi la foule des autres. Mais ce qui est plus fâcheux encore, c'est la destruction prochaine de ces collections inestimables, réunies à grands frais par des amateurs passionnés de science et de beauté; ces amateurs ont disparu,

légant à leurs héritiers l'œuvre capitale d'une vie entière, mais non la noble ardeur dont ils furent animés; et les délicieux Edens disparaîtront sans doute, rasés et morcelés, parce qu'ils occupent une grande place dans la ville et représentent de ce fait un très sérieux capital.

Les Açores ont la rare fortune de posséder un homme qui consacre à leur service un esprit élevé et les aptitudes scientifiques les plus étendues, je veux parler du Commandant Chaves, directeur des Stations météorologiques installées à Sao Miguel, à Fayal et à Flores. M. Chaves est un enfant des Açores, profondé-



Fig. 5. — Costume de femmes de l'île Fayal. — A Sao Miguel, la capuche est un peu moins ample.

ment épris de son pays d'origine, passionné pour ses richesses et ses beautés, qui lui ont livré successivement presque tous leurs secrets. J'ai rarement rencontré un homme aux connaissances plus sûres, plus variées et plus fécondes. Grâce aux relations étroites qui, depuis longtemps, existent entre le Prince de Monaco et M. Chaves, nous eûmes le très grand avantage de visiter Sao Miguel avec ce précieux guide, qui fut pour tous d'une amabilité inoubliable et le plus attrayant des compagnons. Si le lecteur trouve quelque intérêt dans les pages suivantes, c'est à M. Chaves qu'en revient tout le mérite.

Avant de quitter Punta Delgada, suivons d'abord



Fig. 6. — *Jardin do Canto à Ponta Delgada.* — Avenue largement ombragée par une essence arborescente d'origine tropicale. (D'après une photographie de M. Travassoz, à Ponta Delgada.)

M. Chaves au Musée et à la Station météorologique qu'il dirige. Les deux établissements sont contigus et occupent les dépendances conventuelles d'une église de la ville. Dans le Musée sont réunis à peu près tous les spécimens de la faune açoréenne, dont beaucoup de grandes pièces parfaitement montées, et plusieurs spécimens d'une rareté extrême : des Bécasses et des Cailles albiniques, un jeune Cachalot de 4 mètres et un fœtus de la même espèce long de 2 ou 3 décimètres. On sait, en effet, que les îles de l'archipel sont un centre important pour la pêche du Cachalot. Dans l'une des cours est un Jardin botanique peu étendu, mais singulièrement instructif, parce que consacré exclusivement aux plantes originaires des Açores, de beaucoup actuellement les moins nombreuses dans ces îles, qui sont à peu près totalement envahies par des végétaux importés.

A la Station météorologique, fonctionnent de nombreux appareils appartenant aux types les plus perfectionnés; M. Chaves nous a démontré que les troubles sismiques sont plutôt rares aux Açores, ce qui n'est pas sans surprendre, étant donné que ces îles ont subi au siècle dernier de violents tremblements de terre, et que les phénomènes volcaniques, aujourd'hui encore, s'y manifestent en certains points avec

une intensité remarquable.

Quand M. Chaves ne peut nous accompagner, il nous confie à son gendre, M. Cogumbreiro, qui nous accueille dès notre entrée en rade et veille au ravitaillement du yacht en sa qualité de consul monégasque à Ponta Delgada. Dans la famille de M. Chaves, l'obligeance et l'amabilité sont des vertus natives, et M. Cogumbreiro nous le fait bien voir; c'est avec lui que nous avons parcouru le jardin Borges, et c'est grâce à lui encore que nous pouvions visiter les serres à Ananas (fig. 7) établies aux confins de la ville. Elles sont immenses, ces serres, avec

leurs milliers de sujets soigneusement entretenus dans une atmosphère étouffante; mais le revenu doit en être bon, car la culture des Ananas prend de jour en jour un plus grand développement dans l'île, où des vapeurs européens chargent des cargaisons complètes de ce fruit délicieux. Autrefois, les mêmes bateaux emportaient des oranges, que l'on estimait fort pour leur délicatesse; mais les maladies cryptogamiques ont fait disparaître presque totalement l'Oranger, et depuis lors s'est introduite dans les îles la culture de l'Ananas. En certains points de Sao Miguel, cette culture a une extension considérable, notamment à Villafranca, où la



Fig. 7. — Une serre d'Ananas dans l'île de Sao Miguel. Photographie Travassoz.)

ville prend un aspect particulier à cause des serres nombreuses qui l'environnent.

III

L'île São Miguel fut découverte par Cabral en

donc partis, avec M. Chaves, pour visiter cette région pittoresque. C'est jour de marché à Ponta Delgada, et nous rencontrons de nombreux campagnards (fig. 8) qui portent leurs provisions à la ville : des pastèques, du maïs, des ignames, des patates, etc. ; la plupart sont montés sur des mules, quelques-uns



Fig. 8. — Un chariot campagnard de l'île de São Miguel.

1439; six années plus tard, elle était bouleversée par une puissante éruption qui détruisait les ha-

sur des chariots qui filent au trot sur la route bien macadamisée. Nous traversons d'abord la



Fig. 9. — Une habitation de campagnards dans l'île de São Miguel; à gauche, épis de maïs groupés en pyramides pour la dessiccation.

teurs du massif de l'ouest et donnait naissance au cratère de Sete Cidades que l'on observe encore aujourd'hui. Des innombrables curiosités de l'île, aucune n'est plus attrayante que ce cratère, dont les bords atteignent 500 mètres d'altitude et sont dominés par les hauts sommets du massif. Nous voici

région des cultures, et c'est un plaisir de voir comme toutes les parties du sol sont utilisées : le maïs domine largement, car il fournit la bouillie et le pain qui sont la base essentielle de l'alimentation dans les campagnes ; partout des moulins à vent où l'on réduit son grain en farine, et dans tous les vil-

lages, près de chaque maison, de hautes pyramides où se dessèchent ses épis (fig. 9). Les champs de patates sont également fort nombreux, car les tubercules de la plante ne servent pas seulement à la nourriture des Açoréens : ils sont aussi recherchés pour la fabrication de l'alcool. Le blé, la pomme de terre et la plupart des végétaux alimentaires de nos pays sont cultivés aux Açores, mais sur une échelle plus réduite; dans les villages, on est tout surpris de voir l'igname voisiner avec le chou, la passiflore et l'oranger avec nos arbres à fruits. Ces derniers, toutefois, sont plutôt rares et ne donnent que des fruits médiocres; le tiède et humide climat des îles semble peu leur convenir et les fait dégénérer. Ce qui donne à la région des cultures un aspect tout à fait spécial, c'est l'abondance des grands roseaux (*Arundo donax*), qui dressent partout leur haute quenouille chargée d'élégantes feuilles : on les laisse pousser en haies et, avec le maïs, ils servent à la nourriture

des mulets et des chevaux, qui en sont très friands.

Nous sommes arrivés au grand village de Lomba da Cruz, au pied du cratère, et il faut quitter les voitures pour faire l'ascension à dos de mulets. Quelle agréable promenade et combien pittoresque ! Nous suivons la crête d'un des innombrables ravins qui sillonnent les flancs du cratère, et c'est un délicieux fouillis d'arbres de toutes sortes : des Mimosas, des Eucalyptus, des Pittosporas se mêlent aux Pins et aux Chênes, avec des gazons de Sélaginelles qui remplacent nos Mousses, et, sur les flancs humides des rochers, une charmante Hépatique, la *Rhacotheca azorica* Bioch. Cette dernière plante appartient à la flore primitive de l'île, avec un Laurier très répandu sur les hauteurs, le *Persea azorica*, une Bruyère fréquemment arborescente, l'*Erica azorica*, et un petit nombre d'autres espèces. Nous rencontrons ces

derniers végétaux sur les flancs du cratère, au-dessus de la région des cultures, en compagnie de nombreux arbustes qui revêtent la montagne d'une sorte de maquis. Sur la crête qui sépare deux ravins, aux points appelés *mirador*, où l'œil embrasse la mer et les pentes verdoyantes de l'île, on voit se détacher parfois la silhouette d'un Ruminant paisible qui semble admirer le vaste et splendide paysage; dans le maquis, en effet, sont répandus quelques troupeaux qui deviendront bien plus nombreux dans les pâturages non boisés, aux sommets du massif.

Il est dix heures du matin; les nuages qui enveloppent trop souvent les cimes açoréennes ont

disparu et un radieux soleil éclaire le paysage. Nous atteignons l'arête dentelée et presque vive qui forme les bords du cratère; et brusquement, le vaste cirque se découvre (fig. 10), d'une beauté féerique, d'une splendeur sans égale. C'est un instant inoubliable. Un peu incliné vers l'ouest,



Fig. 10. — Les deux lacs situés au fond du cratère de Sete Cidades : en haut, le lac vert; au fond, le lac bleu. (Vue prise du bord méridional du cratère par M. le Dr Richard.)

du côté oriental dominé par les hauts pâturages du massif, le pourtour du bassin dessine un cercle immense de 16 kilomètres; par une pente raide et admirablement boisée, qui représente une dénivellation de 200 mètres, il se rattache au fond du bassin où les habitations du village de Sete Cidades brillent comme des taches claires parmi les cultures, où deux lacs magnifiques déploient leur brillante nappe entre des rives luxuriantes, où s'élèvent enfin cinq cratères de second ordre, creusés en coupe régulière à la cime et radialement ridés sur les flancs. Avec ces cônes ridés et cupuliformes, l'enceinte volcanique rappelle, à s'y méprendre, les paysages lunaires; mais avec ses lacs, ses bois, ses maisons, ses champs cultivés et la mer qui s'étend au loin, elle se présente à nos yeux comme un site d'une originalité et d'une splendeur inconcevables.

Nous descendons maintenant la route sinueuse qui conduit au fond du cratère, et la végétation açoréenne nous apparaît dans toute son exubérance. Quelle diversité dans les espèces et quelle vigueur dans la poussée! Les mimosas et les eucalyptus sont encore nombreux, mais ils cèdent la préséance au *Cryptomeria japonica*, dont le port et la stature rappellent nos sapins, avec une écorce jaune plus délicate, un feuillage moins sombre et une flèche encore plus élancée. Cette conifère importée se développe à merveille sur toutes les hauteurs de l'île, à côté du pin; son bois laisse à désirer pour les travaux d'intérieur, mais il est résistant et convient très bien aux constructions du dehors. La végétation du sous-bois n'est pas moins plantureuse, avec ses bruyères, ses gazons de Sélaginelles et une magnifique fougère du pays, la *Woodswardia radicans*, dont les grandes feuilles, d'un vert délicat, recouvrent les rochers et s'abaissent en touffes jusqu'au bord du chemin. Mais ici encore, la prédominance est dévolue sans conteste à une plante d'origine étrangère, l'*Hedychium Gardnerianum*, une musacée tropicale remarquable par ses feuilles longues, simples, et par sa hampe fertile qui porte un grand épi de fleurs jaunes très élégantes. Cette plante fut introduite aux Açores pour l'ornementation, et il faut croire que ce séjour a su lui plaire, car elle est devenue étrangement envahissante, étouffant ses rivales et constituant à elle seule, en beaucoup de points, toute la végétation du sous-bois. C'était l'époque de pleine floraison pour la plante, et nous respirions une atmosphère embaumée par cette forêt de gracieux épis qui ressemblent aux Orchidées par leurs corolles et à notre chèvrefeuille par leur odeur. En présence de cette invasion qui marche à pas rapides, M. Chaves m'en rappelait une autre, non moins active, mais singulièrement plus fâcheuse dans ses résultats : il y a quelques années, une *Orobanche* exotique (*Orobanche bicolor*), remarquable par sa grande taille et par son coloris, fut introduite dans l'île, sans doute par inadvertance; le végétal parasite s'acclimata fort bien et, trouvant un hôte à sa convenance dans les fèves, prit un développement inconcevable. La culture des fèves était fort répandue aux Açores et très rémunératrice; aujourd'hui, on a dû presque l'abandonner, et il faudra bien du temps et une lutte sérieuse contre le parasite avant qu'on puisse la reprendre.

Au village de Sete Cidades, nous faisons halte dans une hôtellerie rustique, où les provisions apportées du bord sont comparées à la cuisine açoréenne; de cette dernière nous estimons surtout les beignets à la volaille et le beurre blanc comme neige avec une saveur crémeuse; mais le vin a un goût prononcé qui le rend peu agréable et le thé

ne paraît guère meilleur. Après ce déjeuner rapide, M. Chaves nous présente à l'un de ses compatriotes, M. Cabral, en villégiature avec sa famille à Sete Cidades. Et alors commence une promenade que la franche amabilité de M. Cabral rend singulièrement attrayante. Il y a deux lacs (fig. 10) au fond du cratère, l'un bleu et l'autre vert, séparés par une étroite digue; le premier doit le nom qu'on lui donne à sa belle eau limpide, le second aux Algues vertes qui s'y développent en grande abondance; tous deux servent de récipient aux précipitations atmosphériques, très copieuses, que les nuages apportent sur les flancs intérieurs du cratère. C'est par une sorte de filtration dans les roches volcaniques sous-jacentes que les eaux des lacs s'écoulent en sources aux niveaux du massif inférieurement situé; mais il faut croire qu'elles ont peu à peu comblé les fissures de la roche, car les deux lacs sortent de leur niveau, ils envahissent les terrains bas avoisinants, et déjà entourent certaines habitations qu'il faut abandonner. La menace est permanente; on se propose d'y remédier, en creusant un tunnel d'écoulement à travers les parois du cratère; mais la dépense serait considérable et l'on peut se demander si jamais le projet sera mis en exécution. Quoi qu'il en soit, nous traversons sur des planches les parties inondées, nous cotoyons des mares toutes couvertes de la blanche floraison des Nymphéas, et nous voici aux bords du lac bleu, où nous attendent les rameurs et le canot de M. Cabral. Le lac bleu a plus d'étendue que le lac vert et les rives en sont plus variées; à l'ouest, un fouillis de bois, avec les vergers et les champs cultivés qui entourent le village; au nord, les pentes intérieures du cratère, toutes ravînées et couvertes de maquis; à l'est, les hauts cratères secondaires séparés par de profondes et pittoresques échancrures. Le canot nous conduit à l'une de ces dernières, qui débouche au niveau du lac par un vaste terre-plein; entourée de pentes hautes et raides, cette vallée n'offre aucun obstacle au ruissellement, et les eaux y roulent torrentielles à l'époque des grandes averses. Les vallées de cette sorte reçoivent le nom de *grotta* dans le pays, et le terre-plein qui se trouve à leur issue ressemble au cône de déjection d'un torrent. A Sete Cidades, ce cône est partout jonché de fragments volcaniques enlevés aux roches avoisinantes : ponces, obsidiennes, basaltes, scories, laves de diverses sortes; c'est l'image de la désolation, au milieu d'un paysage d'une étonnante fraîcheur, à côté même des rives où les arbres poussent avec une vigueur surprenante et forment un fourré inextricable.

Mais le canot revient à terre et il faut songer au retour. Après avoir serré la main de l'aimable M. Cabral, nous reprenons le chemin de Punta Del-

gada, non sans jeter un dernier regard sur l'incomparable cirque dont nous allons franchir la crête. Chemin faisant, M. Chaves nous entretient de la faune açoréenne, relativement pauvre et dépourvue d'animaux venimeux, des lacs de Sete Cidades dont on dédaigne le poisson pour la marée venue de la côte, des curieuses coutumes des paysans açoréens, et de l'émigration fâcheuse qui entraîne ces derniers vers l'Amérique, où ils mènent le plus souvent une existence précaire.

Près du village de Relva, notre aimable guide nous conduit à une échancrure de la côte où se manifeste, avec une intensité extraordinaire, la puissance érosive des actions éoliennes; en ce point, la haute falaise présente une échancrure où les vents de la mer s'engouffrent et tourbillonnent, rongant peu à peu les parois volcaniques peu consistantes. L'échancrure s'agrandit chaque jour et atteint maintenant l'ancienne route; elle a la forme d'un cône renversé qui s'ouvre par une large ouverture du côté de la mer.

IV

A Sete Cidades, l'activité volcanique paraît momentanément éteinte; elle persiste au contraire, avec une intensité puissante, dans le pays de Furnas, qui occupe le fond d'un cratère au centre du massif montagneux situé à l'est de Ponta Delgada. Furnas est la région la plus curieuse des Açores, car elle joint le pittoresque de Sete Cidades au spectacle imposant de ses phénomènes souterrains; aussi brûlons-nous du désir de la visiter. Et ce désir sera satisfait au delà de toutes espérances: le Prince doit se rendre à Furnas, où une réception lui est ménagée par le marquis de Praya; nous irons le rejoindre en suivant la route de Ribeira Grande, sur la côte septentrionale de l'île. Moins surpris que touchés par cette gracieuse prévenance, nous partons remplis de joie, toujours accompagnés de M. Chaves, dont la délicate obligeance est sans limites. Durant plusieurs kilomètres, notre promenade manque un peu de charme, car les rues de la ville se continuent en de longs villages, avec une double série de maisons et de hautes murailles noirâtres qui servent de clôture aux jardins. C'est l'inconvénient des villes açoréennes, mais ensuite quelle revanche! Nous traversons la chaîne des petits cônes volcaniques situés entre les deux massifs montagneux, et bientôt, à travers les bois de mimosas, de pins et d'eucalyptus, apparaît la côte septentrionale de l'île et l'océan bleu qui la baigne. Sur cette côte, nous atteignons bientôt Ribeira Grande, petite ville aux maisons claires et basses, où l'on voit une église de style rocaille, qui ne ressemble en rien aux édifices religieux du

pays. Un enfant nous poursuit, faisant appel à notre bourse; et le fait ne laisse pas de nous frapper, car on l'observe rarement aux Açores, où la rareté des touristes s'oppose au développement de la mendicité, qui règne en maîtresse à Funchal. C'est également à Ribeira Grande que nous voyons le premier cours d'eau de Sao Miguel; il descend du haut massif qui domine la ville et ne brille guère par la richesse de son débit; mais il sera suivi par plusieurs autres mieux alimentés, qui traversent un ravissant décor de verdure, sur les flancs inclinés du massif.

Maintenant l'ascension commence, lente d'abord, plus rapide ensuite, le long d'une route sinueuse qui nous offre de splendides échappées sur la côte, et des vues grandioses parmi les profonds ravins de la montagne. Des forêts de pins s'étendent jusqu'aux cimes, dominant la zone des cultures qui, dans cette région de l'île, envahit la région forestière sous forme de défrichements où sont établies des plantations de thé. Bientôt la route nous apparaît bordée par des haies d'hortensias, larges et touffues, absolument impénétrables, et toutes rayonnantes de leurs admirables bouquets bleus. Ainsi, nous allons de surprises en surprises, et cette promenade n'est qu'un long enchantement!

Nous laissons à droite les montagnes boisées, et voici maintenant la haute lande, d'abord découpée en grandes sections par des haies d'hortensias, puis indivise et s'étendant de sommets en sommets, semée d'arbustes rabougris et de touffes de bruyères. C'est la région des pâturages, située au pourtour du cratère de Furnas; elle donne l'impression d'une immense solitude, avec ses rares maisons de bergers, et ses prairies marécageuses où des Sphaignes, jouant le rôle d'éponges, absorbent et conservent l'humidité des nuages. Il fait nuit quand nous atteignons le bord supérieur du cratère; côtoyant des abîmes mal dissimulés dans l'ombre nocturne, un chemin rapide nous conduit à Furnas, dont les lumières brillent au fond du cirque.

Le repas du soir terminé, nous faisons une promenade autour du village; sur le bord de la route qui conduit à l'établissement de bains, nous rencontrons des sources nombreuses, les unes froides, les autres chaudes, toutes fortement minéralisées et, suivant leur nature, riches en fer ou en soufre. Elles se déversent librement dans le ruisseau; mais à quoi bon capter ces faibles émissaires quand tout près, derrière une colline adossée aux bains, les *caldeiras* bouillonnent et rejettent par torrents des eaux également actives? Nous traversons le tunnel creusé à travers la colline, et déjà la température s'élève, les émanations sulfureuses se

font sentir. Encore quelques pas, et nous sommes en plein air, devant les caldeiras furieuses qui font entendre un bruit continu et assourdissant. Sous la lune fréquemment voilée par des nuages, au milieu de roches blanchâtres et dénudées qui rayonnent de la chaleur, parmi les émanations de vapeurs qui prennent à la gorge, notre caravane s'avance avec précaution, rendue silencieuse par le terrifiant mystère de ces lieux. Le spectacle est vraiment infernal; car, si le feu souterrain ne se manifeste pas sous la forme de laves coulantes, on le sent tout proche, et on en mesure la puissance : c'est lui qui surchauffe l'eau tumultueuse des caldeiras, c'est lui qui la projette à gros bouillons sous un nuage de vapeur, et c'est au cœur de son activité, dans les profondeurs où il règne, que se sont produites, comme en un creuset, ces vapeurs minéralisées qui attaquent les roches superficielles, les calcinent, les pulvérisent et les rendent si chaudes qu'il est parfois douloureux d'y appliquer la main.

Nous sommes revenus le lendemain aux caldeiras : en plein soleil et vues pour la seconde fois, on les trouve peut-être moins impressionnantes, mais on a l'avantage de pouvoir les examiner de plus près.

Elles sont particulièrement nombreuses derrière la colline adossée aux bains, sur un petit plateau inégal dont la longueur n'atteint pas deux kilomètres. Dans cette région, la présence des eaux chaudes souterraines se manifeste à peu près partout, jusque sur la route où l'on voit crever des bulles chaudes, jusque dans le lit du torrent où des vapeurs se dégagent entre les pierres. Et ça et là, au nombre d'une dizaine environ, les caldeiras (fig. 11), chaudières tumultueuses, élèvent dans l'atmosphère leur colonne de vapeur. La première apparaît dès la sortie du tunnel; on a dû l'en-

tourer d'une muraille circulaire, car elle projette à plusieurs mètres de hauteur son eau bouillante. C'est une sorte de geyser à éruption continue, qui dépose sur son pourtour, en forme de croûte, une sorte de silice hydratée, la *michéliste*, très analogue à la geysérite des geysers islandais. Pour recueillir quelques échantillons de ce minéral, nous nous revêtons, M. Chaves et moi, d'un drap soigneusement doublé, qui nous protège contre la pluie de gouttelettes brûlantes. A quelques dix mètres de là, surgit une seconde caldeira, la plus ample de toutes, qui envoie de gros bouillons jusqu'à la surface du sol, pour alimenter ensuite la rivière voisine; ses eaux sont projetées par

des mouvements convulsifs, et sur le seuil qui la domine on subit des trépidations brusques et violentes qui ne laissent pas d'inquiéter un peu. Plus loin, apparaît béant, sous un abrupt de roches, l'orifice d'un troisième abîme, où les vapeurs soulèvent, à grand effort et avec un



Fig. 11. — Trois caldeiras de Furnas au sommet d'un ravin dont les flancs sont altérés par les émanations volcaniques. — Dans le fond du ravin, la rivière qui reçoit les eaux chaudes des caldeiras; au dernier plan, les bords élevés du cratère de Furnas. (Photographie de M. le Dr Richard.)

bruit infernal, une épaisse colonne de boue grisâtre; la masse n'atteint pas tout à fait les bords, et retombe lourdement dans le gouffre, envoyant des éclaboussures qui jaillissent de toutes parts. On utilise cette boue pour préparer des bains, et les enfants viennent l'enlever sur les parois de la roche, au risque de glisser dans la crevasse brûlante qui les engloiterait pour toujours.

Les autres caldeiras tiennent plus ou moins des deux premières, les unes jetant leurs bouillons à une certaine hauteur, les autres épanchant leurs eaux tumultueuses dès la surface. Elles occupent le fond d'un petit val où l'activité volcanique semble atteindre son maximum, des bulles gazeuses sortant de presque tous les points du sol, et des sources nombreuses du flanc des rochers. On voit jaillir l'eau froide à quelques pas de l'eau

bouillante et des jets sulfureux à côté d'un épanchement ferrique; un habitant du pays a trouvé l'endroit propice pour y construire un petit établissement de bains, et cela donne une idée de l'indifférence avec laquelle on considère ici le danger d'un tel voisinage. Mais les caldeiras sont elles réellement menaçantes, et ne doit-on pas les considérer plutôt comme des exutoires naturels, qui protègent les Açores contre les éruptions violentes?

D'autres caldeiras sont répandues ailleurs, en divers points de l'immense cratère; elles forment un groupe compact sur les bords du splendide lac de Furnas, et l'on en voit même sur les berges de

plantureuse végétation, Furnas est d'une splendeur à nulle autre pareille. Sur les bords du lac, près d'une petite chapelle, la famille Do Canto s'est ménagé un vaste parc, où les essences les plus diverses poussent en pleine liberté et donnent en certains points l'illusion des forêts tropicales; il y a là deux vallées qui sont d'une fraîcheur et d'une majesté inoubliables: l'une exclusivement revêtue de la belle Fougère açoréenne (*Woodwardia radicans*), l'autre de Fougères arborescentes, de *Streitzia* et de Bambous groupés en fortes touffes.

Au village même, le parc (fig. 12) du marquis de Praya est une vraie merveille dont on ne se lasse pas



Fig. 12. — Le parc du marquis de Praya, à Furnas, dans l'île de Sao Miguel. (Photographie Cervejaria Pereira.)

la rivière d'eau chaude qu'elles alimentent de leurs eaux. Partout elles s'annoncent par leurs bouillonnements et leurs hautes colonnes de vapeur; partout aussi elles sont environnées de terrains où se dépose du soufre et qui émettent des bulles gazeuses. On voit même crever ces dernières fort loin des sources, et jusqu'au milieu d'une pièce d'eau, dans l'un des parcs admirables qui sont un des ornements du pays.

Ces parcs sont nombreux et fort bien entretenus, car la petite localité de Furnas est une station balnéaire très fréquentée, où les riches Açoréens ont fait construire des châteaux et des villas. Au surplus, on ne saurait choisir un séjour plus enchanteur et plus grandiose: avec son cratère échancré, aux gorges profondes et irrégulières, avec ses riches forêts où abondent les pins, avec son beau lac et avec ses eaux abondantes qui développent une

d'admirer la belle ordonnance, la riche floraison et l'extraordinaire variété.

C'est dans ce milieu enchanteur que nous pûmes apprécier comme il convient l'hospitalité et les mœurs patriarcales açoréennes. La population du village s'associa au marquis pour accueillir le Prince de Monaco, et les fanfares, les feux d'artifice retentirent joyeusement dans le parc, où jeunes et vieux s'étaient donné rendez-vous. Convies à cette fête, nous prîmes part à l'allégresse générale, heureux de vivre quelques heures dans ce milieu si cordial, et touchés au fond du cœur par la noble simplicité de notre hôte.

Le soir, des voitures nous ramenèrent à Villafraanca, où était venue mouiller la *Princesse-Alice*; et le lendemain, nous pûmes explorer longuement le très curieux îlot (fig. 13) situé au large, à quelques kilomètres de la ville. C'est le cratère émergé d'un

cône volcanique sous-marin, une sorte de vaste coupe rocheuse recouverte de végétation sur sa pente intérieure, et, en dehors, rongée en tous sens par les intempéries; sa hauteur n'atteint pas 100 mètres aux points les plus élevés, et son pourtour présente deux profondes échancrures entaillées presque jusqu'au niveau des flots; le centre est occupé par un bassin absolument circulaire où les eaux pénètrent en suivant un étroit chenal creusé à main d'homme dans la plus basse des échancrures, du côté de la ville. Il est pittoresque dans sa solitude, le minuscule cratère, avec ses pentes garnies de vignes et de roseaux, ses flancs creusés de fissures qui le traversent de part en part, son joli port naturel, les vols de pigeons et d'étourneaux

ils se tenaient à une grande hauteur et la barque était furieusement secouée par le remous des flots. Pourtant, le Prince fit quelques victimes, et ce fut une occasion d'admirer son sang-froid et la justesse de son coup d'œil, car il est difficile de chasser dans des conditions plus défavorables. Nous fîmes ainsi le tour de l'îlot, à une faible distance de ses parois rocheuses que nous pûmes examiner à loisir; leurs crevasses innombrables, leurs fissures, leurs corniches saillantes et découpées en dentelles retombantes, les font ressembler à de gigantesques ruines; mais ces ruines sont résistantes et braveront, bien des siècles encore, les injures du temps; car elles sont protégées à leur base par un revêtement continu et



Fig. 13. — L'îlot cratéristique de Vilafranca. — L'entrée du lac circulaire regarde la cité de Vilafranca. Photographie Tiavassoz.

qui viennent chercher asile dans ses crevasses, et comme fond, au delà du détroit, les maisons blanches de la ville, ses nombreuses serres à ananas, et les hautes montagnes boisées du massif de l'ouest, séparées les unes des autres par des vallées rapides et profondes!

Un peu avant le coucher du soleil, une chasse aux pigeons fut décidée, où, en qualité de simple spectateur, je tins compagnie à Son Altesse. La mer était un peu agitée, de sorte qu'un violent remous secouait notre barque, dans l'étroit espace où il convenait de se tenir à l'affût, c'est-à-dire entre une colonnade séparée de l'îlot et les hautes falaises fissurées du cratère. Groupés par centaines sur les corniches, des étourneaux semblaient nous considérer narquoisement, tandis que des mains, des rames et de la voix nous faisions grand bruit pour chasser les pigeons de leurs refuges. Beaucoup sortirent et s'envolèrent au-dessus de nos têtes, mais

épais d'Algues calcaires sur lequel n'ont aucune prise les vagues les plus violentes.

La faune de l'îlot m'a paru très pauvre: elle comprend d'innombrables Criquets, quelques Locustides, un petit nombre d'autres Insectes, avec deux ou trois espèces d'Araignées, des Cloportes et des Crabs coureurs (*Leptograpsus marmoratus*) qui grimpent allègrement contre les falaises verticales. Quant aux parois mêmes de l'îlot, elles sont constituées par des laves assez compactes où sont inclinés des morceaux de basalte, de trachyte et d'autres roches volcaniques arrachées aux profondeurs à l'époque où se produisit l'éruption. On ne trouve pas de ponce dans cet îlot, mais ces roches poreuses doivent abonder dans le massif de Furnas: pendant la nuit, une violente averse tomba sur la montagne, et le lendemain des fragments de ponce, amenés par les eaux torrentielles, flottaient en grand nombre à la surface de la mer,

réunis en longues bandes suivant la direction des courants.

V

L'archipel açoréen (fig. 14) s'étend du S.-E. au N.-O. sur une longueur de 500 kilomètres environ, et il comprend trois groupes d'îles séparées les unes des autres par d'assez grandes distances : au groupe le plus rapproché de l'Europe appartiennent Santa Maria et Sao Miguel, avec le rocher des Fourmis (Formigas) et l'écueil voisin des Dollabarettes ; le groupe central comprend cinq îles assez rappro-

environ au-dessus de l'océan. Cet îlot n'atteint pas 8 kilomètres dans sa plus grande longueur ; du côté de l'ouest, il présente des flancs abrupts à peu près inaccessibles ; à l'est, des falaises plus ou moins hautes lui servent de limite, sauf du côté du détroit, où les pentes s'abaissent jusqu'au niveau de la mer et donnent asile aux rares habitations du pays, qui ne comptent pas plus de 800 âmes. Ce village reçoit tous les trois mois la visite d'un paquebot, mais on n'y débarque pas facilement, et nous dûmes passer outre, bien que la mer fût relativement tranquille. Il fallut nous contenter de la

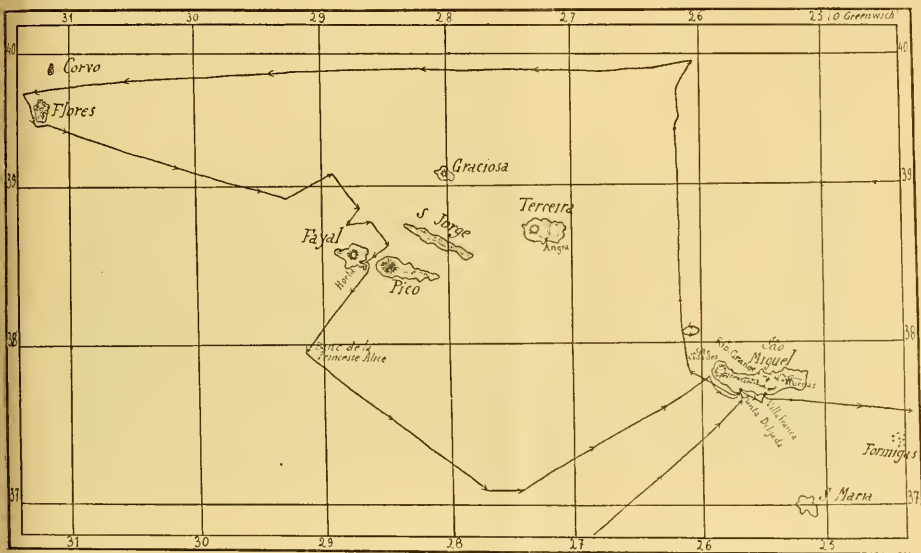


Fig. 14. — Itinéraire suivi par la Princesse-Alice dans l'archipel des Açores durant la campagne de 1905.

chées : Terceira, Graciosa, S. Jorge, Pico et Fayal ; le groupe occidental, enfin, se compose de Flores et de la petite île de Corvo. Il n'était pas dans le programme du Prince de visiter toutes ces îles, mais nous dûmes néanmoins jeter un coup d'œil sur plusieurs et parcourir l'archipel tout entier.

En quittant Sao Miguel, la *Princesse-Alice* s'arrêta deux jours à l'ouest de l'île, en vue du cratère de Sete Cidades qui ressemble à une vaste coupe inclinée vers l'océan. Puis elle fila vers le nord pour observer l'éclipse et, après une assez longue traversée, atteignit le groupe de l'ouest. Dans la matinée du 1^{er} septembre, Flores et Corvo se dessinèrent à l'horizon et nous traversâmes la passe relativement large qui sépare les deux îles. Corvo est un simple cône volcanique, dont le sommet se termine par un cratère, à 400 mètres

vue de l'îlot, qui nous parut couvert de prairies jusqu'au sommet, sans végétation arborescente. Nous sûmes, d'ailleurs, que l'îlot se prête fort bien à l'élevage du bétail, et que les bœufs y sont d'une race fort menue, à peu près de la taille d'une médiocre génisse. Durant notre séjour à Ponta Delgada, M. Chaves nous avait fait visiter l'étable d'un éleveur qui a réuni quelques types tout à fait curieux de cette race pygméenne.

Flores est autrement étendue et bien plus riante. Nous ne vîmes que d'assez loin sa côte orientale, qui est richement couverte de bois et de cultures, et où des ruisseaux viennent se déverser dans la mer. Ces émissaires torrentiels reçoivent par filtration les eaux des lacs encaissés qui se trouvent au sommet des montagnes ; mais ils sont également alimentés, d'après M. Chaves, par des sortes de

marais élevés, où les Sphaignes poussent en abondance et retiennent, dans une certaine mesure, l'humidité atmosphérique. J'ai dit qu'on observe quelque chose d'analogue sur les hauteurs de Furnas.

De Flores, nous pûmes admirer surtout la côte occidentale et le versant du sud, au cours d'une lente et délicieuse promenade en bateau dont le Prince nous ménagea la surprise. Après être restés deux jours en vue d'une crique admirable, qui au nord-ouest vient s'ouvrir largement sur la mer, nous suivîmes la côte à faible distance, ne perdant aucun détail de ce pays ravissant, où tout semble fait pour charmer le regard. Du côté de l'ouest, la

où l'homme peut aborder on voit des champs d'ignames et de maïs.

Nous voici au sud-ouest de Flores, en un point où une large vallée descend des hauts sommets jusqu'au bord de l'océan ; là on trouve le petit port de Lagens, et un peu plus loin, sur les revers de la vallée, quelques grands villages. Mais le jour baisse et nous finissons à regret notre promenade, laissant à droite la ville de Santa-Cruz, dont les feux rouges se perdent bientôt à l'horizon.

Deux jours plus tard, nous étions dans le groupe central des Açores, en mer absolument calme, au milieu du chenal qui sépare Sao Jorge de Fayal et Pico, les deux îles jumelles. Et sur le ciel splendide



Fig. 15. — Le volcan éteint de l'île de Pico, vu de Horta, dans l'île Fayal. — Au second plan, la jetée du port de Horta.

falaise est peu élevée, mais sauvage, d'ailleurs agrémentée de riches couleurs, de crevasses et de petites ances presque inabordables ; au-dessus, des vallées aux plis gracieux abritent quelques villages noyés dans de plantureuses cultures, et tout en haut se détachent les hauts pâturages de l'île, séparés les uns des autres par de larges haies d'hortensias qui dessinent des lignes sinueuses ou brisées. Nous tournons au sud, et alors la falaise à pic s'élève brusquement à une hauteur de 400 mètres, montrant à sa crête l'extrémité de haies d'hortensias. Dans tout autre pays, une semblable région serait aride et tout à fait sauvage ; mais nous sommes dans l'île açoréenne la plus féconde, et sur les flancs abrupts de la roche volcanique, on voit s'élever une puissante végétation, en tous les espaces où la pente moins raide peut supporter un peu de terre végétale ; les grands roseaux surgissent comme de vertes quenouilles, les lauriers açoréens poussent en buissons, et sur les terrains

se détachait, à demi embrumée d'abord, puis peu à peu de plus en plus nette, la montagne de Pico (fig. 15, cône volcanique aux lignes gracieuses qui s'élève d'un jet à 2.300 mètres au-dessus de la mer. Tout un jour, le yacht évolua au voisinage du pic charmant et majestueux, dont le cône, idéalement régulier, se termine par un étroit cratère et par une aiguille. Dans sa moitié supérieure, la montagne est aride, et montre à nu ses roches volcaniques aux teintes chaudes et variées ; à la base, elle se perd dans la végétation açoréenne, particulièrement dans les vignes, qui sont très nombreuses à Pico, et cultivées entre des murs de lave très rapprochés les uns des autres. Les vignes de Pico donnent un vin médiocre et, comme à Madère, sont toutes greffées sur américain ; à Graciosa, où les vignes sont également nombreuses, on obtient un vin riche et de qualité, surtout quand il provient des plants locaux qui ont échappé à l'invasion phylloxérique.

Nous ne vîmes que de loin la longue île de Sao-Jorge, dont la crête est découpée en scie par de nombreux cônes volcaniques; mais Fayal était à quelques encablures, déployant sous nos yeux ses vallons richement cultivés, qui descendent d'un cratère central absolument circulaire, la Caldeira.

Le chef-lieu de Fayal est la petite ville de Horta, qui s'élève en amphithéâtre sur le bord de la mer, au fond d'une baie fermée de toutes parts, sauf du côté de Pico. Horta est un port sûr, mais peu spacieux, où relâchent les baleiniers américains. C'est également à Horta qu'émergent plusieurs câbles sous-marins établis entre l'Europe et l'Amérique. Nous passâmes quelques heures dans la ville, qui contraste singulièrement, par sa monotonie, avec la splendeur de la campagne environnante.

Par contre, nous eûmes plaisir à visiter l'anse mal odorante où les baleiniers dissèquent les cachalots et en tirent de l'huile, — un môle qui avoisine le port et où les laves, semblables à des scories, sont bigarrées de toutes les couleurs, — enfin, sur le détroit, un bassin naturel presque identique à l'ilot de Villafranca, mais réduit à l'état de presqu'île. De la plage de Horta, on a une vue admirable (fig. 13) sur la montagne de Pico, encadrée entre les deux môles qui limitent l'entrée du port; et, bien que la Caldeira de Fayal s'élève à 1.000 mètres au-dessus de la mer, elle paraît très humble vis-à-vis de sa majestueuse rivalité, qui seule, dans l'archipel, a le privilège de se couvrir d'un manteau neigeux durant l'hiver.

Cette croisière terminée, le yacht revint à Punta Delgada pour y prendre du charbon et se préparer au retour. Avant de toucher au port, le Prince fit quelques sondages au pied du cratère de Sete Cidades afin de retrouver le fond où surgit, en 1811, l'ilot volcanique de Sabrina. Mais les recherches furent vaines; de cette masse rocheuse qui, durant trois mois, éleva sur l'océan sa crête haute de 200 mètres, il ne reste aujourd'hui plus rien et l'on ne peut pas même en trouver la base.

Au surplus, les fonds voisins de Sete Cidades sont singulièrement accidentés, et c'est là que le Prince découvrit, à bord de l'*Hirondelle*, une longue et vaste crevasse sous-marine descendant à 3.500 mètres au centre de profondeurs beaucoup moindres. Dans cette fosse, comme dans tous les bassins de même nature, la température reste constante depuis le seuil jusqu'au fond, tandis qu'elle diminue progressivement au sein des abysses ouvertes. Cette règle s'applique à la Méditerranée, qui a la température du seuil de Gibraltar (11° environ); elle se vérifie également pour la fosse de l'*Hirondelle*, dont les eaux marquent 5° depuis les bords jusqu'aux abysses les plus profondes.

VI

Il nous faut maintenant quitter ces îles enchantées et reprendre le chemin de l'Europe. Après un voyage quelque peu agité, car la mer était mauvaise, nous entrons dans les eaux calmes du golfe de Cadix, et, bien que la côte espagnole soit invisible et située à plus de 100 kilomètres, elle se révèle au large par de fortes et aromatiques senteurs. Le 19 septembre au matin, nous sommes en vue du cap Spartel, dont le phare, entouré de constructions blanches, s'élève au flanc de la montagne marocaine, sur le haut d'un rocher abrupt. Et alors commence une promenade qui n'est pas sans analogie avec celle de Flores. La montagne côtière s'élève d'abord, puis devient irrégulière et s'abaisse; sur ses contreforts, au sommet d'une falaise, nous voyons les villas de Tanger, puis les maisons de Tanger elles-mêmes, qui s'étagent aux flancs de la montagne mourante et descendent jusqu'aux bords de l'anse sablonneuse qui sert de rade à la ville. Puis les montagnes réapparaissent, plus hautes, plus nombreuses, sous forme de pics ou de dômes, qui se multiplient, se pressent et se suivent comme d'énormes vagues frappées d'immobilité; et cela continue ainsi, avec une variété admirable, jusqu'à la ville de Ceuta, où les derniers escarpements viennent s'éteindre, dominés par des tours. De l'autre côté du détroit, en face de Tanger, nous voyons Tarifa, située au bord de la mer, puis les montagnes espagnoles, plus régulières et moins vertes que celles du Maroc, puis enfin la baie d'Algésiras avec le majestueux rocher de Gibraltar.

Trois jours plus tard, le yacht longeait la côte orientale de Majorque, nous laissant apercevoir les terrains mamelonnés de l'île dont les pentes viennent doucement mourir sur la côte, la charmante petite ville du Cap Pero, pittoresquement tapie au flanc d'une colline, puis le phare du même nom juché sur une falaise abrupte. et enfin des tours de vigie semblables à celles qui s'élèvent sur la côte espagnole. Nous passons entre Majorque et Minorque, et bientôt le yacht pénètre dans le golfe du Lion, où souffle un léger mistral. Le soir arrive et avec lui le mauvais temps; après avoir navigué deux mois sans aucun orage, les éclairs et le tonnerre nous accueillent au voisinage de Marseille. Il n'est pas prudent de pénétrer dans le port, et nous passons la nuit au mouillage de l'Estaque. Le lendemain, par un temps splendide, nous foulions joyeusement les quais de la ville.

J'ai parlé de cette campagne en naturaliste, avec le désir de faire partager au lecteur les connaissances qu'elle m'a permis d'acquérir et les sentiments qui m'y ont ému. Mais il s'en faut que

ma narration soit complète, car le Prince étudie la mer sous tous ses aspects, depuis le fond jusqu'à l'atmosphère qui la domine; et c'est aux hydrographes et aux météorologistes qu'il conviendrait d'achever cette histoire: les sondages et les relevés du fond océanique offrent le plus grand intérêt, de même que les opérations où des cerfs-volants et des ballons-sondes accouplés fixaient, par des graphiques, les divers états de l'atmo-

sphère; mais il faut une compétence toute particulière pour exposer, comme il convient, les résultats de ces expériences. Je termine donc ce récit, espérant qu'il fera estimer et mieux connaître les richesses de l'océan, les merveilleuses beautés naturelles des terres qui nous environnent, et surtout l'admirable dévouement du Prince de Monaco à la Science.

E.-L. Bouvier,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

L'AMIDON ET SA SACCHARIFICATION DIASTASIQUE

L'amidon est l'un des principes immédiats les plus répandus dans le règne végétal et il est peu de matières dont l'importance biologique nous apparaisse à la fois aussi évidente et aussi simple. Formé par condensation des sucres proprement dits, capable de reproduire ceux-ci par hydrolyse, insoluble enfin par nature, l'amidon se trouve en rapport direct, d'une part avec l'assimilation du carbone et la turgescence de la plante adulte, d'autre part avec les fonctions de maturation et de germination chez la plante qui se prépare à l'état de vie ralentie ou celle qui en sort. Le microscope révèle sa présence dans tous les organes chlorophylliens, où il sert de régulateur aux pressions osmotiques; l'abondance avec laquelle il s'accumule dans les grains, les racines ou les tubercules permet de l'avoir en quantités aussi considérables qu'on le désire et de s'en servir à une foule d'applications domestiques ou industrielles; bref, l'amidon est pour tous un produit vulgaire dont on pouvait croire l'étude complètement à jour. Et cependant celle-ci en est restée au point où l'ont amenée les expériences déjà anciennes de Nägeli, Meyer, O'Sullivan, Brown, Morris, Héron et d'autres encore. Les faits annoncés dans ces travaux sont devenus classiques, sans même avoir été l'objet d'aucune vérification sérieuse, et c'est sur eux qu'ont été fondées les théories relatives à la structure moléculaire de l'amidon et à sa saccharification diastasique. Il suffisait évidemment qu'un seul de ces faits fût reconnu inexact pour que tout l'édifice des théories correspondantes en fût ébranlé: l'expérience ayant fait voir qu'ils le sont presque tous, il n'en reste aujourd'hui plus rien qu'une page d'histoire, une étape dans l'évolution des idées et des méthodes de recherche.

I. — COMPOSITION DE L'AMIDON. AMYLOSE ET AMYLOPECTINE.

Les anciens auteurs ont donné le nom d'*amidin* ou *amylocellulose* à la matière amorphe qui reste à

l'état insoluble quand on épuise par l'eau de la féculé broyée ou qu'on traite par l'amylase en excès un empois quelconque, sans s'astreindre à aucune précaution spéciale; insaccharifiable et non colorable par l'iode en son état actuel, cette substance avait été considérée comme un hydrate de carbone intermédiaire entre les corps amyacés et les corps celluloseux, d'où son nom. On s'accordait généralement, avec Payen et Persoz, à y voir un reste des enveloppes du grain d'amidon naturel, c'est-à-dire une impureté dont on estimait la proportion à environ 3 % du poids total de la matière brute: c'est le nombre que Guérin-Varry avait déjà donné pour son amidin, en 1834.

L'amylocellulose n'a été que très peu étudiée jusqu'ici, parce qu'il est fort pénible de l'obtenir par les moyens dont nous venons de parler; à l'époque où nous avons commencé ce travail, on n'en connaissait qu'une propriété intéressante, celle de donner avec la potasse une solution parfaite qui, après neutralisation, se colore en bleu par l'iode.

S'il est vrai que l'amylocellulose est une impureté de l'amidon, la proportion que nous avons indiquée ci-dessus doit être une constante; or, il n'en est rien, car, d'après nos observations, l'empois se dissout intégralement dans l'extrait de malt quand il vient d'être préparé et seulement d'une manière très incomplète quand on l'a laissé vieillir à basse température. La quantité apparente d'amylocellulose qu'il renferme change à chaque instant: c'est le phénomène de la *rétrogradation*, que j'ai fait connaître le premier en 1903 et qui a été le point de départ de toutes nos recherches ultérieures.

Dans ce premier travail, nous avons démontré que l'empois se modifie spontanément et progressivement en dehors de toute action diastasique ou microbienne, avec une vitesse qui dépend de la concentration de l'empois, de la température, du temps et de la réaction du milieu. Le même effet se produit beaucoup plus vite sous l'action d'une diastase particulière, l'*amyloconglase* de MM. Wolff et

Fernbach; dans tous les cas, il donne lieu à une augmentation considérable de l'amylocellulose présente, que l'on peut ainsi faire croître à volonté depuis 0 jusqu'à 30 % environ du poids de l'amidon employé. Le résultat est, du reste, indépendant de la nature de celui-ci.

Dans ces conditions, l'hypothèse d'une impureté tombe d'elle-même, et la question qui se pose est de savoir quelle est l'origine de cette substance, évidemment plus proche de l'amidon cru que de l'amidon cuit, puisque la diastase est sans action sur elle. Résulte-t-elle d'une véritable transformation chimique ou d'une simple insolubilisation de la matière amylacée primitive? L'expérience seule pouvait nous l'apprendre.

La rétrogradation de l'empois fournissant en quelques jours des quantités considérables d'amylocellulose, son étude devenait relativement facile : elle a été faite, sur ma demande, par M. E. Roux, mon assistant au Museum d'Histoire naturelle.

La propriété que possède l'amylocellulose de se colorer en bleu par l'iode, après qu'on l'a dissoute dans un alcali, était l'indice d'un retour à l'état d'amidon véritable, retour que faisait déjà prévoir l'existence d'une limite à la rétrogradation; M. Roux a montré qu'il s'agit bien là, en effet, d'un phénomène réversible, qui peut s'accomplir, comme la rétrogradation elle-même, en l'absence de tout réactif chimique.

L'amylocellulose, isolée d'un vieux empois par saccharification, filtration, lavages et essorage sur plaques poreuses, se dissout rapidement dans l'eau, vers 130-135°, en donnant une liqueur filtrable, que la diastase attaque comme l'empois frais et qui donne avec l'iode une coloration bleu pur, plus intense de un quart environ que celle qu'on obtient, toutes choses égales d'ailleurs, avec l'empois ordinaire. Par refroidissement, cette liqueur précipite une poudre blanche, ayant l'aspect d'un amidon fin de la famille du riz ou du sarrasin : c'est ce que nous avons appelé *l'amidon artificiel*; on peut en obtenir aussi, mais avec un rendement très inférieur, lorsqu'on traite de la même manière un empois de fécule concentré.

Impossible à distinguer par le seul examen microscopique, avec ou sans iode, de certains amidons naturels, l'amidon artificiel se reconnaît facilement à ce qu'il est, comme l'amylocellulose d'où il dérive, entièrement soluble dans la potasse et ne donne jamais d'empois.

Après ce résultat, on ne saurait douter que l'amylocellulose puisse reprendre son état primitif d'amidon; mais il reste toujours à savoir si cette réversion est d'ordre physique ou chimique, en d'autres termes si l'amylocellulose est encore ou n'est plus une véritable matière amylacée. Le pro-

blème est important à résoudre, car, dans le premier cas, il faudrait considérer l'amylocellulose comme l'un des principes constituants de l'amidon, et nous aurions ainsi une première indication sur la structure moléculaire de ce dernier.

Or, on peut effectuer indéfiniment sur l'amidon artificiel la même suite d'opérations qui lui ont donné naissance : l'eau le dissout intégralement à 130° et ses solutions rétrogradent par refroidissement, c'est-à-dire précipitent une poudre blanche qui est encore de l'amidon artificiel. Celui-ci n'est jamais moins soluble que le précédent; il n'est donc pas plus condensé, et, comme on ne saurait admettre qu'à ce point de vue l'amidon artificiel se comporte autrement que l'amidon naturel, nous sommes logiquement conduit à admettre que ces deux corps sont en majeure partie constitués par une seule et même matière, l'amylocellulose.

C'est à l'amylocellulose que l'amidon naturel doit sa forme, ainsi que les propriétés de bleuir par l'iode et de n'être attaqué par la diastase qu'à l'état d'empois; en un mot, l'amylocellulose nous apparaît comme représentant la matière amylacée pure, conclusion qui contraste singulièrement avec le rôle d'impureté qu'on lui attribuait autrefois. Il en résulte que son nom n'a plus de raison d'être; nous le remplacerons désormais par celui d'*amylose*, qui est infiniment plus clair et plus expressif.

Plusieurs objections peuvent être faites à cette manière de voir, qu'il importe de réfuter avant d'aller plus loin. Pourquoi, d'abord, l'amidon bleuit-il par l'iode, tandis que l'amylose fraîchement extraite d'un empois rétrogradé ne se colore pas au contact de ce réactif? La raison en est que cette substance, comme beaucoup d'autres, ne possède pas les mêmes propriétés à l'état liquide et à l'état solide. L'iode et la diastase n'agissent sur elle qu'à l'état dissous et, s'ils attaquent légèrement l'amidon cru, naturel ou artificiel, c'est uniquement parce que celui-ci renferme de l'amylose à l'état de solution solide, c'est-à-dire sous une forme semblable à celle que nous lui connaissons à l'état de solution parfaite.

D'ailleurs, tout porte à croire que l'amylose, telle que nous l'avons définie, n'est pas une simple individualité chimique, mais bien un mélange complexe de corps homologues, différemment condensés. Les propriétés d'un pareil mélange étant en rapport avec le nombre et la nature des éléments qui le composent, on s'explique sans peine l'infinie variété des amidons artificiels. Ceux que l'on a déjà décrits sous le nom d'amidons solubles sont formés surtout d'amyloses inférieures, préexistant dans la matière première ou résultant de l'hydrolyse partielle de leurs homologues au cours de leur préparation; les nôtres, au contraire, ne renferment

que des amyloses très condensées, par conséquent moins solubles dans l'eau.

Tous ces corps paraissent exister simultanément dans l'amidon naturel et y former une sorte de mélange eutectique, plus soluble que ses composants, ce qui explique pourquoi les amyloses de l'empois sont entièrement saccharifiables, même lorsqu'elles n'ont pas été chauffées au delà de 100°. D'après ce que nous venons de dire, un pareil résultat ne peut être obtenu qu'après dissolution complète et, en effet, l'indice de réfraction d'un empois frais quelconque est toujours très voisin de celui d'une solution de dextrine également concentrée.

On peut nous demander aussi pourquoi la rétrogradation de l'amylose pure est plus rapide que celle de l'empois entier. Pour répondre à cette question, il suffit de faire remarquer que la première se produit dans un liquide parfaitement homogène et mobile, tandis que la seconde s'effectue au sein d'un mucilage dont la consistance est défavorable aux changements d'état. D'après MM. Fernbach et Wolff, toute circonstance qui tend à rendre l'empois plus fluide hâte sa rétrogradation; il ne nous reste plus alors qu'à faire connaître la cause de cette gélification caractéristique de l'amidon naturel.

Il est évident que, l'amidon artificiel ne donnant de mucilage ni avec l'eau bouillante ni avec les alcalis, l'amidon naturel doit emprunter ce caractère à une substance autre que l'amylose : en vue de rappeler son aspect muqueux, nous lui avons donné le nom d'*amylopectine*. Essayons de la définir d'une manière plus complète et d'abord de préciser son rôle dans la formation et la rétrogradation de l'empois.

Nous avons vu plus haut que, sous l'action de l'eau bouillante, l'amylose du grain d'amidon se dissout en totalité : l'empois frais n'est donc autre chose qu'une solution d'amylose épaissie par de l'amylopectine en gelée. Laissons maintenant refroidir le mélange : l'amylose, moins soluble à froid qu'à chaud, va reprendre peu à peu sa forme solide initiale et se précipiter sur l'amylopectine en suspension dans la masse, comme le ferait un sel quelconque. C'est la rétrogradation qui se produit; mais, en se solidifiant, l'amylose est devenue insoluble dans l'amylase, en sorte que, si l'on traite le tout par l'extrait de malt, on n'attaque que l'amylopectine et les corps amyliacés restés en solution; le résidu est de l'amylose presque pure, qui ne se dissout plus qu'à 150° parce qu'elle ne contient plus que les termes supérieurs de la série. La préparation de l'amidon artificiel n'est ensuite qu'une simple purification du produit brut par voie de dissolution et cristallisation dans l'eau, toute sem-

blable à celle de l'inuline qui, d'ailleurs, possède une structure moléculaire du même ordre.

Nous n'avons encore réussi par aucun moyen à isoler l'amylopectine de l'empois d'amidon, mais on peut se rendre un compte assez exact de ses propriétés en comparant l'amidon naturel, qui en renferme, à l'amidon artificiel, qui n'en contient pas. Parmi les différences que l'on constate entre ces deux corps, l'une des plus curieuses est, sans contredit, celle qui s'observe quand on les saccharifie l'un et l'autre, dans les mêmes conditions de température et de milieu; mais, pour bien en saisir la cause, il va nous falloir reprendre d'abord l'étude de la saccharification diastatique avec plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

II. — SACCHARIFICATION DE L'AMYLOSE ET DE L'EMPOIS.

On admet généralement que la seule influence possible du temps sur l'extrait de malt est de lui faire perdre une partie de son énergie initiale. C'est là une grosse erreur, dont il faut soigneusement se garder dans les recherches un peu délicates. Loin de rester stationnaire ou de décroître, l'activité du malt augmente pendant longtemps, à partir de l'époque de sa préparation, jusqu'à dépasser de 12 à 13 % celle qu'il possédait au début. Ce phénomène, insoupçonné jusqu'ici, paraît être dû aux actions protéolytiques qui s'exercent dans le malt et dégagent peu à peu la diastase de ses combinaisons zymogènes; quelle qu'en soit la cause réelle, il est certainement spontané, et c'est pourquoi nous l'avons appelé *autoexcitation*. Il se produit à toute température, mais peut être contrebalancé par l'action destructive qu'exerce la chaleur sur l'amylase : aussi est-ce à froid qu'on l'observe le plus facilement.

L'autoexcitation produisant les mêmes effets qu'une addition ménagée d'acide, nous avons alors examiné de plus près cette dernière influence, dont Kjeldahl avait laissé l'étude incomplète. Par une suite d'essais systématiques dont le détail nous entraînerait trop loin, nous avons reconnu que, contrairement à ce que l'on admettait jusqu'ici, la saccharification ne peut se produire qu'en milieu alcalin à l'hélianthine et que l'alcalinité la plus favorable aux moûts est toujours comprise, pour les amidons de pomme de terre, de blé, de maïs, de riz, de pois et de manioc, entre la moitié et les deux tiers de celle du malt employé. Si donc l'empois est trop alcalin, ce qui est le cas général, on devra, pour obtenir une saccharification rapide et un bon rendement en maltose, y ajouter un volume d'acide sulfurique ou d'acide chlorhydrique étendu calculé de manière à laisser au moût l'alcalinité convenable. C'est la règle de la *réaction*

optima, qui nous a été d'un précieux secours dans maintes circonstances.

Remarquons en passant que l'excitation d'un extrait de malt est toujours accompagnée d'une abondante précipitation de matières albuminoïdes, ce qui prouve que la coagulation n'est pas, ainsi qu'on l'a cru et enseigné, une cause d'affaiblissement de la diastase.

L'excitation provoquée par un acide ne saurait avoir d'autre cause qu'un enrichissement simultané du liquide en principe actif : l'amylose du malt s'y trouve donc en partie masquée, sous forme probablement de combinaisons zymogènes, sortes de sels que les acides forts décomposent en mettant en liberté leur élément électro-négatif. Le poids moléculaire de ces zymogènes étant considérable, on s'explique alors sans peine pourquoi il suffit d'un très léger changement d'alcalinité pour modifier la vitesse de la saccharification.

Les mêmes raisonnements sont applicables à l'excitation spontanée, si l'on admet que, pendant le vieillissement du malt et, par suite, de la protéolyse, il y a production d'amino-acides, dont l'influence activatrice a été signalée par Effront.

Dans un autre ordre d'idées, tous les auteurs classiques admettent, avec O'Sullivan, Brown, Morris et Iléron, que la saccharification tend vers une limite voisine de 80 ou 85 %, lorsque la température reste inférieure à 60°. C'est encore une erreur, d'autant plus étrange qu'il suffit de faire durer les expériences plus ou moins longtemps pour voir cette prétendue limite varier dans des rapports pour ainsi dire quelconques. Effront avait déjà vu la fécule fournir 96 % de maltose en la soumettant pendant plusieurs jours à l'action du malt, en présence de fluorure d'ammonium; ce nombre se trouve dépassé de beaucoup et peut atteindre en 24 heures jusqu'à 104 %, c'est-à-dire presque le chiffre théorique, quand on fait usage de malt excité; même avec le malt normal, nous avons vu se produire en quatre jours 102 % de maltose dans un empois de fécule simplement aseptisé par quelques gouttes de toluène. Il est vrai que, pendant ce temps, l'énergie du malt s'était notablement accrue par autoexcitation, mais il n'en résulte pas moins que l'amidon est saccharifiable en totalité, ce qui, dans son histoire, constitue un fait absolument nouveau. La transformation partielle de l'empois en dextrines inattaquables par le malt est donc une simple légende, ayant pour origine le désir d'interpréter des expériences inexactes.

Si l'on suit la marche de la saccharification d'assez près pour en tracer le graphique, il apparaît que le phénomène est complexe et s'accomplit en deux phases distinctes, dont les vitesses sont

très différentes. La première, extrêmement rapide, est à peu près terminée après 3 ou 6 heures de chauffe à 50°, tandis que la seconde dure environ 4 jours; c'est celle-ci que les anciens auteurs avaient méconnue, considérant la saccharification comme ayant atteint sa limite lorsque sa vitesse diminuait brusquement. Une pareille modification dans l'allure du phénomène tient sans aucun doute à ce qu'il comporte deux réactions différentes, et, comme ces deux réactions supposent à leur tour l'existence dans l'empois de deux produits également différents, nous sommes ainsi amenés à conclure que la phase rapide de la saccharification correspond à l'hydrolyse de l'amylose et sa phase lente à l'hydrolyse de l'amylopectine, ou plutôt des dextrines qui se forment au moment de sa dissolution par le malt.

Si cette manière de voir est juste, l'amylose pure doit être saccharifiée rapidement, sans production apparente de composés dextriniformes; c'est, en effet, ce qui a lieu. Lorsqu'on traite par l'extrait de malt une solution fraîche d'amidon artificiel, on obtient un mout qui, après 3 minutes de chauffe à 50°, renferme déjà 94 % de maltose, par rapport au poids de la matière sèche employée; la solution cesse de se troubler par l'alcool dès qu'elle ne se colore plus par l'iode; enfin, la saccharification est complète après 24 heures, sans qu'il soit besoin d'exciter le malt. On sait que, dans les mêmes circonstances, l'empois ordinaire donne avec l'alcool un abondant précipité de dextrine, qui disparaît seulement pendant la phase lente de la saccharification, longtemps après que la liqueur ne bleuit plus par l'iode.

Ces faits ne font pas que justifier notre hypothèse relative à la composition de l'amidon naturel; ils nous enseignent encore quelque chose de plus.

Si l'on compare la marche de la saccharification de l'empois pendant sa seconde période à l'accroissement spontané d'énergie du malt, on trouve que ces deux phénomènes suivent approximativement la même loi, comme si l'un était la conséquence de l'autre. Dès lors, il n'est pas absurde de supposer que c'est à la faveur de l'autoexcitation du malt que les prétendues dextrines résiduelles arrivent à se transformer peu à peu en maltose; mais, en pareil cas, ces dextrines devraient être inattaquables par les diastases du malt frais et l'enzyme sécrété par excitation différent de celles-ci, d'où cette conséquence probable que la saccharification totale de l'empois d'amidon exige le concours de trois diastases distinctes : une *amylopectinase*, qui ne ferait que liquéfier l'amylopectine, une *dextrinase*, qui convertirait ces produits liquéfiés en maltose, et enfin une *amylose*, dont le seul rôle serait de saccharifier l'amylose dissoute. Hâtons-

nous de dire que ce n'est là qu'une hypothèse indépendante de nos autres conclusions et, par conséquent, d'importance secondaire pour nous; il faut attendre pour l'admettre ou la rejeter qu'elle ait reçu la sanction définitive de l'expérience.

Il nous est aussi impossible de préciser nettement les rapports entre lesquels l'amylose et l'amylopectine sont mélangées dans l'amidon naturel, parce qu'il n'existe pas de méthode permettant de séparer quantitativement ces deux substances; cependant, si l'on remarque que la première phase de la saccharification attaque environ les quatre cinquièmes de l'empois frais, que l'intensité de la coloration que ce même empois prend au contact de l'iode est inférieure d'un cinquième à celle que donne l'amylose, dans les mêmes conditions, si l'on considère enfin que la saccharification de l'empois est, pendant les 24 premières heures, en retard de 12 à 25 % sur celle de l'amylose pure, il semble logique d'admettre, comme première approximation, que l'amidon naturel renferme 80 à 85 % d'amylose contre 15 à 20 % d'amylopectine. Ces proportions ne varient que très peu quand on passe d'une espèce d'amidon à une autre, en sorte que les différences qui s'observent entre celles-ci tiendraient surtout à des impuretés, parmi lesquelles les matières minérales paraissent jouer le principal rôle.

C'est à ce point que nous en sommes arrivé, après quatre ans d'un travail opiniâtre, qui pour nous a été une suite ininterrompue de surprises, car presque toutes nos observations se trouvent en désaccord absolu avec les théories et même les expériences admises comme fondamentales dans les ouvrages classiques. On estimait avant nous à 3 ou 4 centièmes la proportion d'amylocellulose qui se trouve dans l'amidon naturel; on considérait la production de l'empois comme un caractère spécifique de la matière amyglacée; on enseignait que la saccharification s'accomplit au mieux dans un liquide neutre, qu'elle s'arrête lorsqu'elle a atteint les quatre cinquièmes environ de la masse totale de l'empois, enfin que l'extrait de malt est un réactif d'activité constante, tant que les diastases qu'il renferme sont soustraites à toute cause de destruction. Nous montrons, au contraire, que l'amylocellulose est identique à l'ancienne granulose et que l'amidon en renferme au moins 80 % de son poids; que la gélification de l'empois est attribuable à une substance particulière, l'amylopectine, qu'on peut séparer de l'amidon sans modifier en rien ses autres caractères, morphologiques ou chimiques; que la saccharification n'est pas limitée, qu'elle doit s'accomplir en milieu alcalin, enfin que l'énergie du malt s'accroît spontanément quand il avance en âge.

Toutes ces conclusions sont exactement inverses de celles qu'avaient formulées les anciens auteurs, en se fondant sur des expériences fausses ou mal interprétées; nous ne saurions donc plus longtemps tenir compte de celles-ci, non plus que des explications qui en ont été données. L'histoire de l'amidon et de sa saccharification diastatique est à refaire entièrement sur les bases nouvelles que nous venons d'établir et dont quelques-unes ont été déjà vérifiées par MM. Fernbach et Wolff.

III. — CONCLUSIONS.

1. L'amidon est un mélange d'environ 4 parties d'amylose avec une partie d'amylopectine et quelques traces d'impuretés, minérales et organiques.

L'amylocellulose n'existe pas, en tant que principe chimiquement défini.

2. L'amylose ou matière amyglacée vraie offre les mêmes apparences et la même forme que l'amidon entier, dont on peut l'extraire au moyen du malt, après rétrogradation.

Elle est entièrement soluble dans l'eau surchauffée; elle ne se colore par l'iode et n'est saccharifiable qu'à l'état de dissolution, liquide ou solide; sa saccharification s'effectue rapidement, sans production appréciable de dextrines.

3. L'amylopectine est un principe gélatineux, probablement non colorable par l'iode, qui se gonfle sans se dissoudre dans l'eau chaude. Le malt la transforme presque instantanément en dextrines, qui ne sont ensuite que très lentement saccharifiées.

4. L'empois est un mélange d'amylose, à l'état de solution parfaite, et d'amylopectine gélifiée.

5. La rétrogradation de l'empois est due à la précipitation de l'amylose qu'il renferme en dissolution.

6. La saccharification de l'empois n'est pas limitée; elle s'accomplit en deux phases distinctes, dont l'une, rapide, correspond à l'hydrolyse de l'amylose, et l'autre, lente, à celle de l'amylopectine liquéfiée.

7. Le malt est susceptible d'autoexcitation, à la suite probablement d'une protéolyse de ses albuminoïdes solubles, donnant naissance à des amino-acides.

8. L'excitation provoquée par les acides résulte d'un effet semblable à celui que produit l'autoexcitation. Pour l'amener à son maximum d'intensité, il faut ajouter aux mûts une quantité d'acide telle que leur alcalinité à Phélianthine soit comprise entre la moitié et les deux tiers de celle de l'extrait de malt qu'ils renferment.

9. L'influence de l'excitation, naturelle ou artificielle, du malt paraît porter surtout sur l'amylopectine.

Les choses se passent comme si la saccharification de l'empois exigeait le concours de trois diastases différentes : une diastase liquéfiant ou *amyllopeptinase*, et deux diastases saccharifiantes, l'*amylase*, agissant sur l'amylase dissoute, et la *dextrinase*, agissant sur les produits de liquéfac-

tion de l'amyllopeptine. Cette dernière n'existerait en proportion notable que dans les extraits de malt excités.

L. Maquenne,

Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle

REVUE ANNUELLE D'HYGIÈNE

DEUXIÈME PARTIE : HYGIÈNE INDUSTRIELLE

Dans une première partie¹, nous avons examiné les questions qui se rapportent aux maladies transmissibles et à l'hygiène urbaine ; nous allons maintenant passer rapidement en revue quelques points concernant l'hygiène industrielle.

I. — LES MALADIES PROFESSIONNELLES².

L'attention est de plus en plus portée sur les questions sociales et, parmi celles-ci, sur l'hygiène des ouvriers employés dans l'industrie. Nous rappellerons le projet de loi Breton sur l'assimilation des maladies professionnelles aux accidents, projet qui a fait l'objet d'une étude approfondie de la Commission d'Hygiène industrielle au Ministère du Commerce, et qui a finalement abouti à un nouveau projet de loi d'initiative gouvernementale, sur lequel nous aurons à revenir.

En Angleterre, le ministre Gladstone a déposé devant le Parlement un Bill analogue visant les affections professionnelles. La Suisse avait déjà inscrit ces maladies dans sa loi sur les accidents, et, si l'Allemagne ne prend pas de mesures nouvelles, c'est que sa législation sur l'invalidité ouvrière prévoit, d'une façon très large, les secours à toutes les victimes de l'industrie.

Le projet de loi Breton envisageait toutes les intoxications industrielles, et, si cette loi avait été adoptée, on peut affirmer qu'aucune mesure prophylactique n'aurait été plus efficace ; malheureusement, le Gouvernement a hésité devant les difficultés d'application, et il s'est contenté de déposer

un projet qui ne vise que le saturnisme et l'hydrargyrisme. Le saturnisme étant la plus étendue de toutes les affections dues à l'industrie, le vote de cette loi serait un progrès considérable. Parmi les dispositions de ce projet, nous devons signaler une disposition très importante : c'est la déclaration obligatoire des cas de saturnisme et d'hydrargyrisme. Nous pensons même, et nous avons développé cette idée dans notre Mémoire sur les maladies professionnelles, qu'il serait urgent, en imitant l'Angleterre, de faire voter une première loi qui comporterait la déclaration obligatoire de toutes les maladies professionnelles. Grâce à cette mesure, on pourrait établir des statistiques sérieuses, qui aujourd'hui font totalement défaut, et se rendre compte des conséquences des mesures législatives, mettant à la charge de l'industrie ces maladies ; enfin, ces déclarations permettraient immédiatement de connaître les centres industriels où des mesures immédiates d'hygiène doivent être prises.

En Angleterre, l'application de la loi de 1901, prescrivant la déclaration des maladies professionnelles et l'examen médical systématique et obligatoire des ouvriers employés dans les industries dangereuses, a entraîné une diminution de plus de moitié des cas de saturnisme : 614 au lieu de 1.258 en moins de cinq ans.

II. — SATURNISME³.

Nous venons de voir le résultat obtenu en Angleterre contre le saturnisme par des mesures générales. En France, la lutte est restée très vive : un certain nombre de règlements visant les industries qui travaillent le plomb ont été promulgués à la suite d'études approfondies de la Commission

¹ Voir la *Revue* du 30 septembre 1906, t. XVII, p. 820.

² *Bibliographie* :

Commission d'Hygiène industrielle. Étude technique sur les maladies professionnelles. Paris, 1904.

Bulletin de l'Inspection du travail. Nombreux mémoires, 1904-1906.

Desnoirs : Les maladies professionnelles considérées comme accidents du travail. Thèse, Fac. de Médecine de Paris, 1904.

J.-P. LANGLOIS : L'assimilation des maladies professionnelles aux accidents du travail. *Rev. du Mois*, avril 1906.

MOIRI : Sulle infezioni professionali. *Congrès de Milan*, 1906.

³ *Bibliographie* :

A. GAUTIER : Le saturnisme à Paris de 1902 à 1905. *Conseil d'Hygiène de la Seine*, 6 juillet 1906.

TEILLE : Rapport au Sénat sur la loi prohibant l'emploi de la cèruse, 1905.

d'Hygiène industrielle. La lutte, actuellement, porte sur la prohibition de la céruse. Depuis 1901, une série de circulaires émanées des différents ministères interdisent l'emploi de la céruse dans les travaux relevant de ces ministères ; mais le décret de 1901, proscrivant l'emploi général de cette substance, a été déclaré non légal par le Conseil d'État, en 1902. Un projet de loi interdisant la céruse dans les peintures, à l'intérieur des bâtiments, a été voté par la Chambre, en juin 1903 ; mais le Sénat ne l'a pas encore adopté, et le rapporteur de la Commission sénatoriale, M. Treille, s'est prononcé nettement contre le projet en affirmant que l'intoxication saturnine était le fruit de l'imagination des ouvriers et des hygiénistes. Des statistiques recueillies et tourmentées pour les besoins de la cause tendaient à montrer que le saturnisme des peintres est une fiction.

M. A. Gautier, sans nier les dangers du plomb, s'appuyant sur les relevés de l'Assistance publique, évalue le nombre des décès annuels attribuables au saturnisme à 16 pour 3.000 ouvriers.

A la suite d'une évolution curieuse, M. A. Gautier peut être considéré aujourd'hui, avec M. Treille, comme l'un des grands défenseurs du plomb. Une de ses argumentations est certainement originale : « En ouvrant, dans le département de la Seine, un débit nouveau, écrit-il, on fait plus de mal à l'ouvrier qu'en créant un nouvel atelier de typographie, de plomberie ou de peinture en bâtiment bien tenu ».

L'enquête menée par le Syndicat des ouvriers peintres, les statistiques anglaises de Farr, de Legge, les tables autrichiennes de la Caisse des assurances, les relevés français de Bertillon, montrent, en réalité, que, s'il y a une légère décroissance dans les cas de saturnisme chez les peintres, la mortalité et la morbidité sont encore bien supérieures, dans cette profession, à celles d'autres presque similaires, mais d'où le plomb est exclu. Les études poursuivies sur l'emploi des sels de zinc permettent d'affirmer que, dans la grande majorité des cas, des peintures à base de zinc peuvent être substituées à celles à base de plomb.

Mais les peintres ne sont pas les seuls à payer un lourd tribut à l'intoxication saturnine, et, dans beaucoup d'industries, si l'on peut multiplier les précautions, il est impossible de songer à la suppression du plomb ; il est donc important de dépister les premières atteintes du mal, et le Congrès de Bruxelles de 1903 avait émis un vœu relatif à de nouvelles recherches pour le diagnostic précoce du saturnisme. Déjà, en 1900, Grawitz avait signalé l'existence, dans le sang des ouvriers travaillant dans le plomb, d'hématies avec granulations basophiles ; depuis, l'observation a été poursuivie par

Jawein, Sabrazes, Bourret, Moritz et, récemment, par Gallet, de Bruxelles. Si les granulations basophiles peuvent se présenter dans de nombreuses intoxications, il paraît bien, d'après le travail de Gallet, que, dans le saturnisme, elles ont une réelle valeur spécifique, en ce sens qu'elles apparaissent comme le premier symptôme, alors qu'avec le sulfure de carbone, le mercure, elles sont toujours associées à des troubles déjà avancés. L'examen du sang permet donc de dépister l'intoxication saturnine latente, et d'écarter l'ouvrier avant que des lésions irréparables se soient produites.

III. — LE PHOSPHORE¹.

Sur l'initiative du Gouvernement suisse, une Conférence internationale s'est réunie, en mai 1903, pour discuter la question de l'interdiction absolue du phosphore blanc dans l'industrie des allumettes.

Deux opinions se trouvaient en présence : alors que plusieurs délégués étaient d'avis que la défense absolue de l'emploi du phosphore blanc pouvait seule être considérée comme un moyen efficace pour la protection des ouvriers employés dans les fabriques d'allumettes chimiques, les autres, se basant sur l'expérience acquise dans divers pays, pensaient que, moyennant l'exécution minutieuse d'une surveillance stricte, la réglementation serait suffisante pour éviter le danger de la nécrose. Si la majorité des États vota, en principe, la prohibition absolue, à dater du 1^{er} janvier 1911, quatre Puissances s'abstinrent : l'Angleterre, la Suède, la Norvège et le Danemark. Il y a toutefois lieu de remarquer, pour ce dernier pays, que son abstention est une simple question de forme, puisque, depuis 1901, l'emploi du phosphore blanc est interdit en Danemark. Quant aux trois autres, leur adhésion deviendra définitive si le Japon, grand exportateur d'allumettes, qui n'avait pas été convoqué, donne son adhésion avant le 1^{er} décembre 1907. La Conférence diplomatique réunie à Berne, au moment même où nous corrigeons ces épreuves, ne paraît pas devoir aboutir à des résultats définitifs, par suite du refus du Japon de suspendre la fabrication des allumettes à phosphore blanc.

IV. — L'ANKYLOSTOMIASE².

Depuis dix ans, les ravages causés par l'ankylostome chez les mineurs de charbon se sont considé-

¹ Bibliographie :

Publications de l'Association internationale pour la protection légale des travailleurs. Berne, 1904-1906 (Importants documents).

² Les zoologistes, s'appuyant sur les décisions du Congrès de Genève établissant les règles de la nomenclature, déclai-

ablement étendus. Les bassins houilliers de la Belgique, de la Westphalie ont surtout été contaminés. En France, le Service des Mines assurait que nos mineurs n'étaient pas atteints, et il a fallu une campagne énergique des hygiénistes, notamment de Breton, pour établir la contamination des mines françaises. Une enquête officielle, ordonnée devant les réclamations pressantes de la Fédération française des Mineurs, a montré que, si les bassins du Gard, du Tarn étaient indemnes, la moyenne des porteurs de vers dans le bassin de la Loire atteignait 2 %; dans le Nord, certaines mines étaient absolument infestées: un puits (fosse La Chaux) donnait l'énorme proportion de 92 %. Le grand nombre d'ouvriers belges employés dans cette fosse explique cette proportion.

La lutte contre le parasite a été entreprise avec énergie dans tous les pays. Un premier fait scientifique fut acquis: la pénétration du ver par la peau; on croyait jusqu'ici que c'était par ingestion que se faisait l'infection: on incriminait l'eau, les aliments, la pipe dans les mines non grisouteuses, ces objets étant placés sur le sol et se chargeant du parasite. Les observations de Looss, au Congrès de Berne (1904), de Goldmann, de Lambinet, de Hermann, de Schaudinn, de Calmette, ont parfaitement établi la pénétration des larves à travers la peau, et leur arrivée jusqu'au cœur et aux intestins. Sans nier la contamination possible par la voie buccale, il est certain que c'est surtout à travers la peau humide et excoriée des pieds que se fait l'infection.

Au point de vue prophylactique, la lutte doit être engagée en visant l'assainissement de la mine et l'assainissement du personnel.

Le premier effort fut d'établir des tinettes mobiles dans les galeries pour forcer les mineurs à cesser de s'exonérer sur le sol de la mine; même en Allemagne, malgré des instructions sévères, ce procédé a échoué. La désinfection du sol des

mines, préconisée également en Allemagne, a été reconnue impossible. Manouvriez, s'appuyant sur ce fait que les mines d'Anzin sont indemnes et que les eaux d'infiltration y sont salées, préconisait l'épandage de sel marin ou des pulvérisations d'eau salée. Les recherches de Calmette, François et Breton ont montré que les larves d'ankylostome ne sont détruites que par une concentration de sel trop élevée pour être praticable.

La ventilation, l'assèchement amènent certainement la diminution des cas, mais cet assèchement est souvent impossible. Aussi a-t-on porté toute l'attention sur l'assainissement du personnel. En empêchant le mineur, porteur du ver, de descendre dans la mine, on devait arrêter l'infection, l'ankylostome ne se reproduisant pas sans passage dans l'hôte humain. Des règlements sévères exigèrent l'examen des mineurs, le contrôle des excréments, et tout mineur porteur d'œufs était retenu à la surface et soumis au traitement spécifique: l'extrait de fougères mâles. Malgré une très vive opposition des mineurs, les résultats furent assez nets pour autoriser le maintien du contrôle. A l'heure actuelle, dans les mines de Westphalie, la diminution des cas reconnus a été, en deux ans, de 75 %. Dans le bassin minier de Liège, la lutte, dirigée par Lambinet et Malvoz, a donné également de bons résultats. En France, le Parlement a été saisi d'une proposition de loi par Basly, conçue dans un esprit identique.

Dans les mines d'Europe, c'est à l'ankylostome duodénal que l'on a affaire: en Amérique, une autre espèce atteint les mineurs, l'*Ankylostomum americanum*; et cette espèce paraît aujourd'hui s'implanter en Europe, du moins en Italie, par suite du retour d'émigrants italiens revenus surtout du Brésil; la première observation clinique date de 1905. L'ankylostomiase italienne a ceci de particulier qu'elle n'est pas localisée aux mineurs, mais qu'elle frappe, surtout dans l'Agro Cremonese, un grand nombre de paysans, et les hygiénistes italiens réclament l'intervention de l'État contre cette affection.

V. — LES ACCIDENTS DU CHARRON DANS L'INDUSTRIE¹.

Les inoculations anti-charbonneuses pratiquées sur une large échelle avaient fait disparaître presque complètement cette affection dans les régions françaises les plus infectées, notamment dans la Beauce;

¹ Bibliographie :

LEGGÉ : Rapport au Local Government Board sur la septémie charbonneuse, 1904. Analyse in *Bulletin de l'Inspection du travail*, 1904.

DEBILLY : Le charbon industriel, maladie ou accident professionnels. Thèse Fac. de Médecine de Paris, 1906.

J.-P. LANGLOIS : Le charbon industriel, Congrès des mala-

rent que le terme d'Ankylostomiase est fautif et doit être remplacé par celui d'Uncinariose. Le parasite incriminé était dénommé officiellement *Uncinaria* et non *Ankylostomum*.

Bibliographie :

CALMETTE, FUSTER et BRETON : *L'ankylostomiase*, 1 vol. de 240 pages, Masson, 1905.

Congrès d'Hygiène de Bruxelles. Discussion importante, 1903.

LOOSS : L'ankylostomiase cutanée. Congrès de Zoologie de Berne, 1904.

LAMBINET : Le mode d'infection par les larves d'ankylostomes. *Ac. de Médecine de Belgique*, janvier 1905.

FUSTER : La lutte contre l'ankylostomiase en Allemagne. *Presse médicale*, 1905, p. 161.

MANOUVRIEZ : Influence des eaux salées d'infiltration sur les larves d'ankylostomes. *Ac. de Médecine*, mai 1905.

CALMETTE, FRANÇOIS et BRETON : Influence du sel marin sur les larves d'ankylostome. *Ac. de Médecine*, 25 juillet 1905.

CONTI SICCARDI : L'ankylostomiase en Italie. Congrès des maladies du travail, Milan, 1906.

malheureusement, devant la diminution du danger, les agriculteurs ont cessé de poursuivre les inoculations et le charbon agricole tend à reparaitre dans ces contrées. En Angleterre, on constate également une certaine recrudescence, et en Italie les statistiques de Monti établissent qu'en quinze ans 36.000 cas ont fourni 7.300 décès. Les derniers chiffres cités, ceux de 1904, portent encore sur 3.000 cas et 355 décès. Mais la démonstration est faite que le charbon agricole peut être supprimé, et il suffirait d'appliquer des mesures rigoureuses : déclaration obligatoire des cas, destruction des cadavres et surtout vaccination gratuite ou presque gratuite des bestiaux, pour voir disparaître cette maladie, en Europe tout au moins. Il est plus difficile de songer à la combattre dans les steppes de Sibérie et de Mongolie.

Or, ce sont principalement les peaux et crins provenant de ces pays qui provoquent les nombreux cas de charbon industriel observés en Europe. Dans un travail récent, Langlois, d'après les statistiques anglaises, les seules réelles puisqu'en France la déclaration obligatoire des cas de charbon n'est pas prévue par la loi, montre que les ouvriers peauciers et criniers qui sont atteints par le charbon ont nécessairement contracté cette maladie au cours du travail, puisque les chances de contracter le charbon, étant représentées par 1 pour un habitant de la Grande-Bretagne, sont de 4,325 pour un trieur de laine et de 8,750 pour un crinier. Comme conclusion, Langlois demande que le charbon soit assimilé aux accidents du travail, sans qu'il soit nécessaire d'établir la preuve que l'inoculation a eu lieu au cours du travail, ce qui, dans la majorité des cas, est pratiquement impossible. Cette opinion a été défendue également avec quelques variantes par Monti, Ascoli et Glibert au Congrès de Milan.

Ajoutons que, s'il est pratiquement impossible de désinfecter les peaux charbonneuses, et qu'il faille se contenter de multiplier les mesures hygiéniques dans les industries qui manipulent ces produits, il n'en est pas de même des crins. Les recherches d'Ascoli, Belfanti, Rossi, dans l'usine Pachetti, de Milan, ont prouvé que, dans la pratique, la stérilisation des crins par la chaleur est possible, et il est probable qu'en combinant le vide et le formol, on peut réaliser une pareille désinfection sans employer les hautes températures, souvent nuisibles à certaines catégories de crins.

VI. — LE TRAVAIL DANS L'AIR COMPRIMÉ¹.

Les travaux dans l'air comprimé sont de plus en plus importants, et notamment en France la traversée de la Seine par les différentes voies métropolitaines, la construction de l'avant-port du Havre ont attiré l'attention sur les dangers que présentent ces travaux pour les ouvriers quand la pression dépasse 15 mètres d'eau. Les Pays-Bas, où se poursuivent encore des travaux considérables, ont réglementé très strictement les conditions du travail par une loi de 1903. En Autriche et en Allemagne, les instructions formulées par von Schrötter sont suivies dans tous les chantiers. En France, sur le rapport de Langlois, la Commission d'Hygiène industrielle vient de préparer un règlement général; enfin, le Congrès des maladies du travail, à la suite d'un rapport de von Schrötter, de Vienne, Glibert, de Bruxelles, Gilliotti, de Naples, et Langlois, de Paris, a décidé de communiquer aux États représentés un vœu qui résume les desiderata minima des hygiénistes. Dans les travaux en air comprimé, les accidents se présentant presque constamment pendant ou à la suite de la décompression, il est urgent de réglementer la vitesse de décompression et de fixer une durée minimum qui, dans tous les cas, ne doit pas être inférieure à une minute par dixième d'atmosphère. Même avec cette durée, les accidents pouvant encore se produire; on devra exiger, dans les travaux exécutés sous une pression supérieure à deux atmosphères, l'établissement d'une échelle à recompression où les sujets atteints après la sortie du sas seront recomprimés immédiatement. Sur la proposition de von Schrötter, la Commission a demandé que, pour les scaphandriers, quand l'écluse à recompression est impraticable, on puisse disposer d'une réserve d'oxygène permettant de continuer les inhalations de ce gaz afin de favoriser le dégagement de l'azote. Enfin, sur la proposition de Langlois, le Congrès a émis le vœu que, pour les travaux à haute pression, les ouvriers soient logés à proximité du chantier, afin que, si des accidents tardifs se produisent, les secours soient immédiats.

Nous avons été étonné de trouver, dans le Rapport présenté par Vallin sur le même sujet au Conseil d'Hygiène de la Seine, la fixation de la durée

¹ Bibliographie :

- VON SCHRÖTTER : Der Sauerstoff in der Prophylaxie der Luftdruckkrankungen. Berlin, 1904.
WALLER : De Gaissonwet. Amsterdam, 1905.
OLIVER : *Maladies caused by the air*. Londres, 1906.
LANGLOIS : *Projet de réglementation du travail dans l'air comprimé*. Rapport à la Commission d'Hygiène industrielle. *Hygiène générale et appliquée*, juin 1906.
VALLIN : Rapport au Conseil d'Hygiène de la Seine, avril 1906.

dies du travail. Milan, 1906, et *Bulletin de l'Inspection du travail*, 1906.

ASCOLI : Del carbonichio e delle infezioni professionali. Congrès de Milan, 1906.

ROSSI : La Desinfezione dei crini. *Annali d'Igiene sperimentale*, 1906, n° 4.

d'éclusement à cinq minutes par atmosphère. Avec cette vitesse, les embolies gazeuses azotées peuvent encore se produire fréquemment, même quand la pression n'a pas dépassé 15 mètres.

Si les précautions peuvent être prises pour les ouvriers travaillant dans les caissons, elles sont beaucoup plus difficiles à suivre chez les scaphandriers, et, dans ces deux dernières années, nous avons pu relever encore dix accidents mortels qui peuvent être attribués soit à une remontée trop rapide, soit à une absence de visite médicale avant la descente.

VII. — INFLUENCE DE LA VICIATION DE L'AIR SUR LA SANTÉ DES OUVRIERS¹.

De tout temps, les hygiénistes se sont préoccupés d'assigner une limite à la viciation de l'air des ateliers, et tous ont admis que la teneur en acide carbonique pouvait servir d'indication. Le *Factory and Workshop Act* de 1901 stipulait que la ventilation dans les fabriques devait être telle que la teneur en acide carbonique ne dépassât jamais 9/10.000; mais, en 1902, une Commission composée de Haldane, Osborne et Pendock déclarait que cette limite était trop basse; ils craignaient qu'il fût pratiquement impossible d'exiger cette pureté dans tous les endroits où travaillent les ouvriers. Une étude faite sous l'inspiration du *Home Office* par Williams et Scudder montra qu'avec une installation convenable, ce taux pouvait être singulièrement abaissé.

En 1903, au Congrès de Bruxelles, Leclerc de Puligny avait demandé pour les filatures de laine une ventilation intense, et c'est sur la proposition de Haldane que la teneur maximum fut fixée à 8/10.000.

En France, la jurisprudence admet la limite de 9/10.000. C'est en réalité à un chiffre voisin que Poitevin arrive quand il propose à la Commission d'Hygiène industrielle de considérer comme salubre l'atmosphère d'un atelier où, l'unique source d'acide carbonique étant la respiration des ouvriers, la teneur en acide carbonique ne dépasse pas de 4/10 celle qui existe dans l'air ambiant extérieur.

¹ Bibliographie :

HALDANE, OSBORNE et PENDOCK : Report of the departmental Committee, Londres, 1902.

LECLERC DE PULIGNY : Les filatures de laine. Congrès d'Hygiène, Bruxelles, 1903.

POITEVIN : Proportion d'acide carbonique tolérable dans les ateliers. *Hygiène générale*, mai 1906.

AITOFF : Etude des effets du sulfure de carbone. *Thèse Fac. de Médecine de Paris*, 1906.

GARDENGHI, TORRETA, MOMO : Congrès des maladies du travail. Milan, 1906.

GIEMSA : Irrepirable Luft in Schiffsraumen. *Arch. f. Schiffs- und Tropen Hygiene*, mars 1906.

Une ventilation intense est surtout nécessaire quand des vapeurs toxiques peuvent se dégager pendant le travail. Le développement de l'industrie du caoutchouc a multiplié l'emploi du sulfure de carbone; Aitoff et Langlois ont montré que, même avec une ventilation de 18.000 mètres cubes par heure dans une pièce de 643 mètres cubes, on trouve encore une teneur de 23/100 de milligramme de CS² à la hauteur des voies respiratoires. A cette faible dose, le sulfure produit encore des troubles particuliers, surtout des troubles psychiques.

Au Congrès des maladies du travail, la question de l'influence des gaz industriels sur la santé des ouvriers a fait l'objet de nombreuses communications.

Gardenghi a étudié les modifications des échanges respiratoires dans un milieu renfermant des traces d'oxyde de carbone, d'acide sulfureux ou d'acide sulfhydrique, les gaz qui se rencontrent le plus fréquemment dans les ateliers. La quantité des gaz toxiques était, en moyenne, de 3/10.000. L'oxyde de carbone ne modifie pas, à cette dose, les échanges respiratoires, et l'on constaterait plutôt une légère augmentation de l'acide carbonique, ce qui confirmerait l'opinion de Pokrofsky, Gruber et, avant eux, Cl. Bernard, que, dans l'organisme, l'oxyde est transformé en dioxyde.

Avec l'hydrogène sulfuré, la diminution de l'acide carbonique est très sensible; l'auteur émet l'hypothèse que cette diminution est surtout une rétention de l'acide carbonique dans les tissus, les alcalis du sang, saturés par l'acide sulfhydrique, ne pouvant plus se charger d'acide carbonique. L'hypothèse est très discutable; les expériences sont de trop courte durée, vingt minutes environ, et l'auteur lui-même fait remarquer que, si on prolonge la durée, les différences s'atténuent.

Torreta, dans le même ordre d'idées, expose les effets délétères du gaz d'éclairage sur les ouvriers des usines à gaz, effets qu'il attribue principalement à l'oxyde de carbone. Pour les ouvriers particulièrement exposés : chercheurs de fuite, dépurateurs, il conseille l'emploi du masque de Koning et Giesberg, qui permet de prendre l'air en dehors du milieu toxique. Contre les formes chroniques, le meilleur moyen préventif est la limitation des heures de travail et des repos annuels assez prolongés.

Momo insiste spécialement sur les maladies spéciales aux mineurs, et il décrit, sous le terme de *maladie de la mine*, un empoisonnement dû à l'action des gaz délétères accumulés dans la mine, soit par les produits de combustion des lampes et des êtres vivants, soit surtout par les gaz dégagés à chaque coup de mine. La maladie des mines peut être aiguë ou chronique. L'exemple le plus net de

la maladie aiguë est présenté par le cas des deux ingénieurs frappés à mort le jour même où l'on établissait la communication entre les deux extrémités du tunnel du Simplon. La forme chronique est caractérisée par l'anémie et par les troubles nerveux allant jusqu'à l'épilepsie. La prévention repose essentiellement sur une bonne ventilation, qui a un triple effet : enlever les gaz délétères, assécher l'air et le rafraîchir.

A côté de ces intoxications, occasionnées par la présence de gaz délétères, il faut citer les accidents produits par l'absence d'oxygène.

Chaque année, on signale des accidents d'asphyxie survenus chez des ouvriers déchargeurs ou des matelots à bord des navires. Dans un certain nombre de cas, les accidents ont été mortels, bien que les secours aient été rapidement portés. Quelle peut être la cause de ces asphyxies ? Il est difficile d'admettre le rôle de l'acide carbonique : on sait que ce gaz est peu toxique et que des animaux peuvent vivre dans un milieu renfermant plus de 20 % d'acide carbonique, au moins pendant plusieurs heures, si toutefois la proportion d'oxygène n'est pas trop anormale.

Les recherches entreprises par Giemsa ont montré qu'avec certains chargements, tels que le charbon, les tourteaux, le maïs, et même l'eau impure, l'oxygène pouvait disparaître presque totalement en une vingtaine de jours.

Dans une série de recherches sur les souris placées en milieu pauvre en oxygène, Giemsa arrive à cette conclusion qu'une réduction de l'O à 16 % produit déjà un état de malaise, et qu'au dessous de 13 % la mort peut survenir rapidement.

L'épreuve de la bougie pour vérifier si l'air est respirable est insuffisante ; le mieux serait de placer des cages avec des souris ou des rats dans les cales avant la descente des hommes, comme on est forcé de le faire quand on dératise les navires suspects par le procédé de Nocht à l'oxyde de carbone. Dans tous les cas, une ventilation énergique de toutes les parties closes du navire doit s'imposer avant toute descente ; cette observation doit surtout s'appliquer au tunnel de l'hélice.

Les recherches citées, démontrant l'influence de l'humidité sur l'absorption d'O, aboutissent à cette autre conclusion : avec les matières fermentescibles, il y aurait utilité à dessécher relativement les cales en plaçant de la chaux le long des parois du navire. Les caisses de chaux ainsi disposées

absorberaient la vapeur d'eau, et la chaleur produite par l'hydratation de la chaux se perdrait par les parois mêmes en contact avec la masse liquide. La dépense serait récupérée facilement par la protection donnée aux marchandises.

VIII. — INTERDICTION DU TRAVAIL DE NUIT DES FEMMES ¹.

La Conférence de Berne, après avoir examiné la question du phosphore blanc, a dû aborder un sujet plus délicat : un projet de réglementation internationale interdisant le travail de nuit des femmes employées dans l'industrie. Tous les hygiénistes s'accordent pour reconnaître le danger que comporte le séjour des femmes à l'usine pendant la nuit, et la plus grande partie des États européens ont déjà édicté des mesures législatives interdisant le travail nocturne ; la Hongrie et le Danemark, cependant, sont encore restés en dehors de ce mouvement. L'unanimité des délégués a admis en principe l'interdiction du travail nocturne ; mais il a été plus difficile de s'entendre sur la durée du repos nocturne. L'Allemagne, l'Autriche, la Hongrie, la France, l'Angleterre, le Luxembourg et la Suisse se prononçaient pour une durée de douze heures ; le Danemark, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal et la Suède demandaient onze heures ; seule, la Belgique n'admet que dix heures. Enfin, après de longues délibérations, la délégation belge fut autorisée par son Gouvernement à accepter le chiffre de onze heures, et finalement, à l'unanimité des États représentés, le repos nocturne fut fixé à onze heures, devant toujours comprendre l'intervalle de dix heures du soir à cinq heures du matin. Il va de soi que certaines exceptions sont prévues et que des délais de trois et de dix ans sont stipulés pour la mise en vigueur de cette convention dans certaines industries comme les peignages, filatures et fabriques de sucre.

Il est, enfin, licite de faire rentrer dans les conquêtes de l'hygiène sociale la loi française de 1906 sur le repos hebdomadaire.

Dr J.-P. Langlois,

Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

¹ Publication de l'Association internationale pour la protection légale des travailleurs. Berne, 1904-1905. *Bulletin de l'Inspection du travail*. Paris, 1905, fasc. 3-4.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lebon (Ernest). — Table de Caractéristiques relatives à la base 2.310 des facteurs premiers d'un nombre inférieur à 30.030. — 1 broch. gr. in-8°, 32 p. Paris, Delalain, éditeur, 1906.

Cette brochure a pour objet de montrer les principes et de présenter un spécimen d'application d'une méthode, indiquée précédemment par l'auteur dans deux communications: l'une à l'Académie des Sciences, l'autre à l'Association française pour l'avancement des sciences (Congrès de Cherbourg, 1905). Cette dernière société a tenu à encourager M. Lebon dans ses travaux arithmétiques par le vote d'une subvention ayant pour objet d'aider à la publication de la brochure dont nous nous occupons ici.

Le problème qu'on se propose de résoudre est le suivant : Un nombre étant donné, reconnaître s'il est premier ou composé et, dans le second cas, trouver ses facteurs premiers.

La table donne la solution, jusqu'à la limite 30.030, et en ne s'occupant que des nombres non divisibles par 2, 3, 5, 7, 11. Pour ceux qui admettent ces facteurs, en effet, la question est immédiatement vidée.

Les huit pages de texte qui précèdent la Table elle-même permettent facilement d'en comprendre la construction et d'en pratiquer l'usage. La théorie en est d'ailleurs fort simple. Le nombre $2310 = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11$ étant considéré comme base, tout nombre N peut s'écrire $2310K + L$. Si ce nombre est premier avec 2310, L ne pourra recevoir que 480 valeurs différentes, et en donnant à K toutes les valeurs entières 0, 1, 2, on a 480 progressions arithmétiques renfermant tous les nombres premiers supérieurs à 11. Si un nombre N est divisible par un diviseur D , on a $2310K + L = MD$; si k, m , sont les valeurs minima de K et M résolvant cette équation où l'on suppose L et D connus, on a $K = k + nD$; donc N sera ou non multiple de D selon que $K - k$ le sera ou non: L est appelé *indicateur*, K *caractéristique*. Dans la Table, deux bandes horizontales donnent les indicateurs et leurs compléments à 2310; une bande verticale donne les diviseurs premiers de 13 à 173, ce qui suffit pour la limite 30.030. Les caractéristiques se lisent à la rencontre de la bande verticale correspondant à L et de la bande horizontale correspondant à D . Nous ne pouvons indiquer les détails de construction; mais il est permis d'affirmer qu'on arrive en quelques minutes à se servir de cette ingénieuse Table, avec les indications et les exemples que fournit l'auteur. Cela mérite l'attention de toutes les personnes curieuses de recherches arithmétiques.

Il faut insister sur ce fait qu'il s'agit uniquement ici d'un spécimen. Pour servir effectivement à des expériences arithmétiques, il faudrait pousser les limites bien plus loin. On a publié des Tables jusqu'à 9 millions. M. Lebon croit qu'en faisant usage de ses principes, il serait possible d'atteindre jusqu'à 900 millions, sans dépasser une étendue égale à cinq fois celle des Tables actuelles allant à 9 millions.

On voit combien énorme serait l'économie d'espace, capitale en ces matières. Le reste serait affaire de patience, d'autant plus que les calculs pourraient s'exécuter mécaniquement. La dépense, aussi, serait grosse; mais il s'agirait d'un véritable monument arithmétique. S'il s'édifia jamais, à M. Lebon reviendra l'honneur d'en avoir jeté les fondations premières.

C.-A. LAISANT,
Répétiteur et Examinateur d'admission
à l'Ecole Polytechnique.

2° Sciences physiques

Whetham (William Cecil Dampier). *M. A., F. R. S., Fellow of Trinity College, Cambridge.* — The Theory of experimental Electricity. — (1 vol. in-8° de 334 p. avec 123 fig. Cambridge University Press, 1906.

Ce nouvel ouvrage de M. Whetham contient, sous une forme concise, un très bon exposé des éléments de la science électrique, au point où elle est arrivée aujourd'hui; ouvrage destiné aux étudiants d'un degré moyen, conçu dans un esprit élevé; exposé clair, dans lequel les Mathématiques, toutes relativement élémentaires, sont employées seulement à simplifier le langage.

L'ordre, pour le début, est à peu près celui qui a été suivi par la plupart de ceux qui ont traité les mêmes sujets: Electrostatique, magnétisme, courant électrique thermo-électricité, induction. Voilà pour ce qu'on pourrait appeler l'électricité ancienne, qui occupe à peu près la moitié du volume. Puis, après un court chapitre sur les unités, nous entrons dans l'électricité plus moderne, les ondes électromagnétiques, l'électrolyse, la conduction de l'électricité dans les gaz, la radio-activité. Non que, si l'on n'envisage que les titres, ces chapitres de la science électrique soient tous d'invention récente. Mais les nouvelles notions de dissociation ont tellement transformé nos idées sur l'électrolyse, les relations avec la pression osmotique, les propriétés des solutions colloïdales tiennent une telle place dans l'ensemble de nos notions sur les phénomènes électrolytiques que cette branche de l'électricité peut être considérée comme neuve dans ses traits généraux. Il en est de même, et à un degré encore supérieur, pour le chapitre suivant, dans lequel on a conservé quelques faits depuis un demi-siècle, mais où les idées se sont entièrement reconstituées depuis dix ans.

M. Whetham connaît bien, en particulier, les aspects modernes de la science électrique. N'est-il point, d'ailleurs, à Cambridge, aux meilleures sources? L'électrolyse et le transport des ions n'ont pas pour lui de secrets, comme il l'a bien montré dans un ouvrage paru il y a quatre ans sous le titre : *On Solution*, et dans ses *Récents développements de la science*. Aussi serait-on mal venu à lui reprocher d'avoir, dans ce nouvel ouvrage, quelques réminiscences de publications qui ont eu un très légitime succès. Ce qu'on pourrait peut-être lui trouver à redire, c'est que, décidément, s'il connaît admirablement la science anglaise, il gagnerait à se pénétrer davantage de ce qui a été fait hors de la Grande-Bretagne. Des oublis un peu longs à énumérer auraient pu être évités, ainsi que des erreurs, généralement de peu d'importance, il est vrai, mais des erreurs tout de même que chacun notera au courant de la lecture : la variation de résistivité du mercure donnée par Matthiessen, et qui est, comme on sait, erronée d'un bon quart de sa valeur; cette indication que l'oscillographe, décrit d'abord par M. Blondel, est, dans sa forme actuelle, l'invention de M. Duddell; enfin la date des premiers travaux de M. et M^{me} Curie sur les corps radio-actifs, reportée à l'année 1900. Ce sont, dira-t-on, de bien petites erreurs, dans un ouvrage qui contient une foule de bonnes choses. Voyons cependant : On a fait de grands travaux pour la détermination de l'ohm, et l'on se flatte d'être arrivé, après bien des peines, à déterminer l'ohm à deux ou trois dix-millièmes et à construire au cent-millième près les étalons de l'ohm légal, en attendant ceux de l'ohm international, et les physiciens attachent une grande importance à ces

résultats. Or, l'emploi du coefficient de Matthiessen fausserait, en pratique, les résultats de près d'un demi pour cent. Et n'est-il pas injuste de restreindre l'œuvre de M. Blondel au rôle, assurément fort honorable, mais insuffisant, d'ouvrier de la première heure, lorsqu'on saura qu'en France et en Allemagne ses instruments sont encore presque seuls employés? Enfin, pourrait-on prétendre qu'une erreur de deux ans sur la découverte du radium soit de peu de conséquence, à une époque où la science marche si vite et où les découvertes s'enchaînent à tel point qu'une inversion de quelques mois dans leurs dates respectives en rend la filiation intelligible? Cela dit pour engager M. Whetham à contrôler minutieusement ses sources d'information en vue de la prochaine édition de son livre, il me reste à en caractériser encore en quelques mots la méthode.

A l'exception de quelques déductions nécessaires, l'énoncé de toute découverte, ou même de ce qu'on peut appeler des *théorèmes* de Physique, tant ils ressemblent à des productions mathématiques, est appuyé de la description de l'expérience qui y a conduit, avec une indication claire de sa puissance démonstrative. Les appareils indispensables sont décrits sous la forme moderne, car M. Whetham pense très justement qu'à moins de faire systématiquement de l'histoire, il faut, dans la science, substituer et non additionner, élaguer derrière soi autant qu'on agglomère en avant, de manière à ne pas surcharger les études. Le milieu diélectrique et le milieu magnétique sont successivement étudiés; on apprend à mesurer le courant électrique par ses effets électromagnétiques, à le produire par les piles ou par les phénomènes thermo-électriques, et c'est à propos de l'induction que l'auteur décrit l'oscillographie, ce qui montre son souci de modernisme et son vrai sens pratique. C'est dans ces chapitres déjà anciens qu'il est difficile d'innover lorsqu'on se propose d'enseigner.

Dans les questions plus neuves, sur lesquelles M. Whetham est très renseigné, on aurait pu craindre un peu de surcharge. M. Whetham a su s'en garder; il est resté, comme dans ses précédents ouvrages, élégant et clair.

Ch.-Ed. GUILLAUME,
Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

Walter (Dr J.). — Die Erfahrungen eines Betriebsleiters (LES EXPÉRIENCES D'UN DIRECTEUR D'USINE). 2^e édition de l'ouvrage : *Aus der Praxis der Anilinfarbenfabrikation* (LA PRATIQUE DE LA FABRICATION DES COULEURS D'ANILINE). — 1 vol. gr. in-8° de 338 pages avec 116 fig. et 42 planches hors texte. (Prix : 26 fr. 25.) M. Jänecke, éditeur, Osterstrasse, Hannover, 1906.

Ce livre, qui traite de la fabrication de quelques matières colorantes organiques, n'est ni un exposé théorique, ni une simple collection de recettes de fabrication : il a pour but de donner les principes fondamentaux de quelques fabrications spéciales, que l'auteur a approfondis par sa propre expérience; il décrit les dispositifs et la marche des réactions mises en œuvre, avec tous les accessoires et les particularités qui n'ont en général aucune importance pour le savant, mais qui sont d'une grande utilité au praticien.

Prenant comme exemple la fabrication de la safranine, qu'il a dirigée lui-même pendant de nombreuses années, M. J. Walter envisage successivement toutes les phases de la préparation d'une matière colorante : installations nécessaires; appareils mélangeurs, chaudières à ébullition, manomètres, filtres-presses, monte-jus; précautions à prendre pour assurer le cours normal des réactions; essai de la matière colorante; livre de fabrication et calcul du prix de revient du produit fabriqué. Il termine par quelques indications plus brèves sur la fabrication de la clématine et celle de l'indoline.

Cet ouvrage rendra d'inappréciables services, non seulement aux jeunes débutants dans la pratique des

matières colorantes organiques, mais encore aux chimistes dans d'autres branches de l'industrie, car les opérations chimiques simples se répètent partout et nécessitent plus ou moins les mêmes appareils. Le livre de M. Walter a, d'ailleurs, déjà franchi le cap d'une première édition. Sous sa forme actuelle, il a été incorporé à la *Bibliothek des Betriebsleiters*, publiée par la librairie Jänecke, dont il forme le second volume. Il constitue le digne pendant du premier volume, récemment analysé ici même, et assure, dès son début, à cette nouvelle collection, un succès mérité auprès des chimistes.

L. BRUNET.

3^e Sciences naturelles

Miramón (A. G. Y.), Licencié ès sciences, Directeur du Boletín mineral y comercial. — Determinación de los Minerales. — 1 vol. in-8°, de 286 pages. R. Rojas, éditeur, Madrid, 1906.

Les ouvrages traitant de la détermination pratique des minéraux se ressemblent tous plus ou moins, les auteurs cherchant à ranger les espèces suivant leurs divers caractères : densité, dureté, éclat, couleur, état d'aggrégation, etc., et M. A. Y. Miramón consacre à ces arrangements la première partie de son livre. Ses tableaux, très complets, comprenant même les espèces récemment décrites, sont relatifs à un grand nombre de propriétés, aux associations minéralogiques, aux pseudomorphoses, etc., et permettent à celui qui veut déterminer un minéral d'avoir sous les yeux la liste des espèces possédant les propriétés qui ont attiré son attention.

Dans la seconde partie de l'ouvrage, les principaux caractères chimiques des divers éléments sont rapidement énumérés; en outre, des listes indiquent les minéraux dans lesquels se trouvent les divers corps simples.

La troisième et dernière partie comprend la détermination des minéraux d'après la méthode bien connue de de Kobell.

Ce livre, qui ne s'adresse qu'à des personnes ayant des notions suffisantes de Minéralogie pour discerner quelques-uns des caractères utilisés, comble une lacune dans la littérature scientifique espagnole, et est appelé à rendre de nombreux services. En facilitant la détermination des minéraux, il contribuera probablement à répandre le goût de la Minéralogie dans un pays où les gisements sont très nombreux et très variés.

PAUL GAUBERT,
Assistant au Muséum.

Perrot (Em.), Docteur ès sciences, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, et Frouin (H.), Dessinateur-géographe. — Les Matières premières usuelles d'origine végétale indigènes et exotiques. — 1 vol. in-8° de 14 pages avec 4 grandes cartes en couleurs. (Prix : 4 fr.) Vigot frères, éditeurs, 23, Place de l'École-de-Médecine, Paris, 1906.

Ce petit ouvrage se compose de deux parties : 1^o une liste, par ordre alphabétique, des principales matières premières usuelles d'origine végétale, avec, pour chacune, le nom spécifique de l'espèce botanique qui la produit, son emploi, sa distribution géographique et, pour les plus importantes d'entre elles, quelques indications sur le trafic dont elles sont l'objet; 2^o un atlas de 4 cartes, représentant l'Europe tempérée et la région méditerranéo-aralo-caspienne, l'Afrique intertropicale, la région indo-sino-malaise et l'Amérique tropicale et subtropicale, et montrant les lieux d'origine de la plupart des substances mentionnées dans le texte; un système de division et de numérotation en chiffres et lettres permet, d'ailleurs, de se reporter facilement du texte aux cartes.

Cet opuscule est appelé à rendre service aux étudiants des écoles spéciales de pharmacie, de commerce et des colonies et, en outre, au public désireux de s'instruire sur l'origine des denrées d'un usage courant.

4° Sciences médicales

Guiart (Dr Jules), Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, Secrétaire général de la Société Zoologique de France, et **Grimbert** L., Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, Pharmacien en chef de l'Hôpital Cochin. — **Précis de Diagnostic chimique, microscopique et parasitologique.** — 1 vol. in-18 de 960 pages avec 300 figures. (Prix : 15 fr.) F. R. de Rudeval, éditeur. Paris, 1906.

Voici un bon livre. C'est un livre sincère, un livre non d'érudition, mais d'expérience, qui a été longuement vécu avant d'être écrit.

Le besoin s'en faisait sentir. Non que nous manquions de précis, de manuels ou d'atlas consacrés à la description des bactéries, à l'analyse des urines, etc., car il n'est, à l'heure actuelle, guère de chef d'un laboratoire d'hôpital qui ne se croie obligé d'écrire — ou de traduire — le sien. Mais, dans beaucoup de ces ouvrages, on remarque, à côté d'excellents chapitres, des points faibles trahissant la compétence trop limitée des auteurs, la hâte de l'exécution, ou le souci d'érudition plutôt que de simplicité pratique. Cela, au grand dam du lecteur, qui, effaré d'un tel flot montant d'ouvrages au milieu desquels il ne sait choisir, finira par n'en plus acheter aucun.

Tout autre est le *Précis* de MM. Guiart et Grimbart. Préparés l'un et l'autre par une profonde documentation dans leurs sciences respectives, par une longue pratique personnelle du laboratoire, par les fonctions de l'enseignement qui leur ont permis d'apprécier, parmi les innombrables techniques, celles qui s'adaptent le mieux aux besoins des débutants et des praticiens non spécialisés, les auteurs ont compris que l'œuvre à réaliser ne pouvait être le produit d'une seule compétence. L'association d'un chimiste et d'un naturaliste exercés était nécessaire pour offrir au public un tableau simple, mais complet, des méthodes de laboratoire sur lesquelles doit s'appuyer le diagnostic clinique.

Destiné non seulement aux étudiants en médecine et en pharmacie, mais aussi et surtout aux médecins praticiens, de même qu'aux pharmaciens si souvent consultés en matière chimique ou bactériologique, l'ouvrage expose d'abord, en deux chapitres aussi clairs que sobres, tout ce qu'il faut savoir relativement à la technique bactériologique générale et aux manipulations microscopiques. Mais les auteurs se sont bien gardés d'étudier ensuite les diverses bactéries pathogènes rangées par groupes morphologiques, ou les parasites animaux énumérés suivant leurs affinités zoologiques, enfin les substances pathologiques d'après leur classification chimique. Adoptant la méthode topographique, vraiment pratique, ils permettent au praticien qui veut examiner le pus d'un abcès ou le contenu des fèces, de recourir immédiatement au chapitre qui lui convient et de trouver là, condensés en un seul bloc, tous les renseignements nécessaires. C'est ainsi que le chapitre *Sang* lui permettra de faire successivement l'analyse chimique, la cryoscopie du sérum, l'étude de ses propriétés agglutinantes et bactériolytiques, la spectroscopie et la chromométrie des pigments, la numération et l'étude cytologique des globules rouges et de toutes les variétés de globules blancs normales ou pathologiques, la recherche des parasites de toute espèce, depuis le bacille typhique et l'hématozoaire du paludisme jusqu'à la Bilharzia et aux Filaires.

Voici les chapitres ainsi étudiés successivement : *Sang, Pus, Liquides pathologiques* (isotonicité de la plèvre, du péricarde, du péritoine, de la vaginale, des articulations, liquide céphalo-rachidien, liquides des kystes, etc.), *Lait, Sécrétion nasale, Pannons, Bouche et Pharynx, Estomac, Intestin et Foie, Pneu, Oreille, Œil, Organes génitaux, Urine.*

Une telle accumulation de faits ne va peut-être pas sans laisser place à quelques imperfections de détail,

que les auteurs sauront faire disparaître dans une autre édition, prochaine sans doute. C'est avec regret, par exemple, que l'on verra renaître le groupe des nucléo-albuminoïdes, avec une compréhension tout opposée à celle que lui donnent Hammarsten et les auteurs qui s'occupent des phosphoprotéides ; une confusion sur ce sujet pourrait jeter le trouble dans l'importante question des origines de l'acide urique. De plus, certaines techniques dans le maniement des tubes à réactions, très élégantes entre les mains d'un chimiste exercé comme M. Grimbart, pourraient être moins fidèles lorsqu'il s'agit des débutants.

Mais ce sont là critiques légères, et, si je les exprime ici, c'est pour féliciter plus sincèrement les auteurs de cet ouvrage utile, nécessaire même. Car nul esprit ouvert ne saurait méconnaître la nécessité croissante, pour le diagnostic médical, de ces sciences « jadis accessoires, aujourd'hui fondamentales de la Médecine ». Je sais bien que l'opinion n'est pas unanime, et qu'une récente campagne nous a donné la surprise et le regret de voir, parmi les contempteurs de la science, des médecins que leur situation ne désignait pas pour ce rôle. Il y aura toujours des réactionnaires ; le souvenir de Molière n'est encore qu'estompé dans certaines mémoires médicales, et nous reverrons sans doute des renards comme ceux de La Fontaine, dont l'un avait la queue coupée, et l'autre décrétait incontestablement les raisins inaccessibles. Mais, au moment même où l'envahissement du charlatanisme oblige les médecins à se défendre et à convoquer un Congrès pour la répression de l'exercice illégal, qu'ils sachent bien que le privilège médical sera d'ordre scientifique, ou qu'il ne sera plus ! Souvenons-nous que, depuis la respiration pulmonaire jusqu'à *Treponema pallidum*, toutes les conquêtes de la Médecine ont été préparées au laboratoire, et que le médecin Laënnec fut glorieux pour avoir fait, un jour, de l'acoustique !

MM. Guiart et Grimbart mettent à la portée de tous les raisins du diagnostic scientifique. Leur ouvrage est abondamment illustré par 500 figures d'instruments, de cellules, leucocytes, etc., de bactéries, parasites animaux, cristaux des urines ou des exsudats, spectres de pigments, etc. Il parle donc à l'œil, à la façon d'un véritable atlas, d'un atlas qui aurait renoncé sagement au luxe de reproductions trop artistiques et trop coûteuses, pour mettre dans la plus modeste bibliothèque les documents choisis et reconnus véritablement utiles à la diagnose des maladies parasitaires et infectieuses, et des troubles chimiques de la nutrition.

Dr L. MAILLARD,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

EXPOSITION COLONIALE DE MARSEILLE 1906. — **Voyageurs et explorateurs provençaux**, par H. BARRÉ, bibliothécaire de la Ville ; M. CLERC, professeur à la Faculté des Lettres ; P. GAFFAREL, professeur à la Faculté des Lettres, G. DE LAGET, docteur en droit ; E. PERRIER, président de la Société de Statistique ; H. PELLISSIER, docteur en droit ; R. TEISSEIRE, secrétaire de la Société de Géographie. — 1 vol. gr. in-8° de 341 pages. Barlatier, imprimeur-éditeur. Marseille, 1906.

Cel ouvrage est un dictionnaire biographique des Marseillais et Provençaux qui ont pris une part importante à la reconnaissance de nos colonies et des pays étrangers. Il n'est donc pas tout à fait le double du beau livre de M. Masson : *Marseille et l'Expansion coloniale*, quoique l'on y retrouve beaucoup des mêmes noms. Il sera d'un usage commode, les voyageurs étant rangés par pays. Mais il va sans dire que plusieurs des personnages mentionnés n'offrent qu'un intérêt local.

J. MACHAT,
Docteur en Lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 Septembre 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. M. Brillouin donne les résultats qu'il a obtenus, après corrections, pour les courbures du géoïde dans le tunnel du Simplon.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Størmer apporte un certain nombre d'expériences nouvelles en faveur de la théorie des aurores boréales de M. Birkeland et qui réfutent les objections que M. Villard y avait adressées. — MM. Ph.-A. Guye et G. Ter-Gazarian ont reconnu qu'un chlorure accompagne toujours le chlorate de potasse, avec lequel il paraît constituer une solution solide de composition constante. Il en résulte une source d'erreur dans la détermination du poids atomique de l'argent par la méthode des halogénates. En tenant compte de cette erreur, le poids atomique de l'argent doit être abaissé de 107,93 à 107,89.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. M. Mirande a observé que la chenille du Botyte de l'ortie se construit un abri en forme de fourreau en repliant une feuille du *Galeopsis Tetrahit*. Sous l'influence des piqures de l'insecte, la feuille ne tarde pas à prendre une teinte profonde, d'un rouge violacé, due à la formation d'anthocyanine dans les cellules du limbe et du parenchyme.

Séance du 17 Septembre 1906.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. L. Boltzmann, Correspondant pour la Section de Mécanique.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. Bourgeois a constaté que la station fondamentale de la triangulation de l'Algérie, Colonne Voirol, est le siège d'une forte déviation de la verticale vers le massif du Sahel et qu'il y aurait lieu de la remplacer par un autre point-origine. — M. M. Brillouin estime que le mouvement du pôle à la surface de la Terre se compose : 1^o d'un petit mouvement périodique de un mois lunaire, d'origine externe; 2^o de mouvements produits par des causes internes, agissant quelquefois d'une manière brusque, à des époques très variées; 3^o du mouvement naturel amorti consécutif. Si les modifications internes jouent un tel rôle, l'analyse du mouvement du pôle en série de termes périodiques n'a pas de sens.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. P. Lebeau a observé que le fluor et le chlore ne s'unissent pas directement. Le chlore liquide dissout le fluor, mais le fluor se dégage au point de solidification du chlore. En présence de l'eau, le fluor oxyde le chlore, qu'il transforme complètement en acide hypochloreux. — MM. L.-J. Simon et Ch. Mauguin, en saponifiant par KOH alcoolique concentrée l'éther phénylnaphtoquinoléine-dicarboxique, ont obtenu le biacide correspondant $C^{10}H^8Az(CO^2H)_2$, qui, à 218°, se transforme en anhydride avec élimination de H_2O . L'action ménagée de KOH sur le diéther donne le monoéther. — M. C. Béis, en faisant réagir les composés organomagnésiens mixtes sur la phénylphthalimide, a obtenu une série d'oxy-3-isoindolinones.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. P. Carnot et M^{lle} Cl. Deflandre ont constaté que le sérum des animaux en pleine crise de rénovation hématoïde provoque, chez les animaux neufs, une hyperglobulie caractérisée par un gain de 1 à 3 millions d'hématies par millimètre cube. La moelle osseuse est au moins aussi active que le sérum. — M. L. Cazalbon a observé les faits suivants : Deux *Glossina palpalis* sur sept, capturées sur les bords du Bani, ont infecté des chiens de trypanosomiase. Des *Glossina palpalis* capturées et à jeun

depuis trois jours et demi ont provoqué le développement d'une trypanosomiase chez un chat. — M. G. Bignon donne le compte rendu des séances du Congrès international pour l'étude des régions polaires, tenu à Bruxelles en septembre, et qui a abouti à la formation d'une Commission polaire internationale.

Séance du 24 Septembre 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Buhl montre que les séries trigonométriques généralisées sont susceptibles d'être sommées par le procédé de la moyenne arithmétique dû à M. Borel et déjà appliqué à la série de Fourier par M. Fejér. — M. Ricco a constaté que la chromosphère et les protubérances donnent un spectre continu, qui est renforcé (et plus brillant que celui de la couronne) sur les parties plus vives de la chromosphère et sur le noyau des protubérances.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Dussaud a imaginé un nouveau système pour l'amplification des sons. Une membrane reçoit les vibrations d'une source sonore; elle obture le passage d'un jet d'air comprimé. Le son que produit ce dernier en s'échappant répète fidèlement en les amplifiant toutes les vibrations de la source sonore. — M. L. Teisserenc de Bort a vérifié, au cours de la troisième campagne scientifique de l'*Otaria*, que le contre-alizé S. E.-S. W. souffle non seulement entre les tropiques, mais remonte sur l'est de l'Atlantique jusqu'à la latitude de 30°.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 14 Juin 1906.

MM. E.-F. Bashford, J.-A. Murray et W.-H. Bowen : *L'analyse expérimentale de la croissance du cancer*. La prolifération de la tumeur de Jensen, quand elle se propage dans une grande quantité de souris, n'est pas uniformément progressive, mais présente des fluctuations qui peuvent être attribuées avec certitude aux cellules de la tumeur elles-mêmes. Les conditions expérimentales qui introduisent des irrégularités sont : 1^o les différences de race des souris employées, par exemple des souris apprivoisées ou sauvages; 2^o les différences d'âge des souris, même de la même race; de jeunes animaux sont de beaucoup préférables à des animaux adultes; 3^o le point d'implantation de la greffe cellulaire : le tissu subcutané du dos a été jugé préférable, par exemple, à la cavité péritonéale; 4^o la dimension de la greffe, qui est importante principalement parce qu'elle modifie le cours apparent de la croissance; de fortes greffes de plus de 1 gramme, cependant, ont donné de moins bons résultats que de plus faibles de 0 gr. 01 à 0 gr. 02, comme Jensen l'a déjà démontré; 5^o le mode d'introduction, qui influe sur le succès des expériences : la transplantation de petits fragments d'une tumeur inaltérée donne de meilleurs résultats que l'injection d'une suspension de cellules de tumeur dans une solution saline physiologique. Pendant un temps prolongé, les auteurs ont opéré sur une grande échelle la propagation artificielle du cancer par la transplantation de greffes de 0 gr. 01 à 0 gr. 02 d'une tumeur inaltérée dans le tissu subcutané dorsal de jeunes souris apprivoisées âgées de cinq à six semaines. Chaque tumeur était transplantée dans quarante souris ou plus, et les résultats comparés par l'estimation du pourcentage de succès sur le nombre d'animaux demeurés en vie après dix jours. La méthode adoptée a pour résultat la répartition, dans un grand nombre d'animaux, des descendants des cellules vivant auparavant dans un seul animal, de sorte qu'après deux ou

trois transplantations successives, toute la tumeur d'un animal représente la descendance d'une très faible partie d'une tumeur précédente et, à la limite, la descendance d'une simple cellule provenant d'une tumeur plus ou moins éloignée. Le pourcentage de succès obtenu avec une tumeur quelconque est considéré comme indiquant la fréquence, dans celle-ci, de cellules capables de développement continu, et les résultats à différentes périodes et avec un certain nombre de tumeurs propagées sont comparés au moyen de records graphiques. Les dates de transplantation sont portées en abscisses et les pourcentages de succès en ordonnées. Plusieurs records graphiques de ce genre illustrent le mémoire et indiquent que le pourcentage de succès ne varie pas irrégulièrement, mais que, commençant avec une tumeur qui donne un faible pourcentage, des transplantations successives peuvent réussir de mieux en mieux jusqu'à ce qu'un maximum soit atteint, soit de 60 %, 70 %, ou de 100 %. Les transplantations subséquentes ne réussissent pas aussi bien : le pourcentage de succès tombe rapidement soit au premier essai, soit aux suivants, jusqu'à ce qu'un minimum soit atteint, après quoi le même processus se répète. Les auteurs concluent que les cellules des tumeurs présentent une activité cyclique, et ils supposent que la période de plus faible pourcentage de succès représente une faiblesse des pouvoirs de prolifération, qui recouvre leur vigueur lorsque les transplantations présentent de nouveau un pourcentage de succès progressivement plus élevé. Un record graphique de la façon de se comporter d'un grand nombre de générations séparées indique un maximum de succès continuellement élevé entre 70 % et 90 %, dû au développement successif des maxima dans les générations séparées, et l'idée est émise que les tumeurs sporadiques possèdent une complexité semblable, de sorte que la croissance peut se produire rapidement en un point, tandis qu'elle disparaît sur un autre point. Une absorption spontanée de tumeurs bien établies s'est produite en même temps que la chute rapide du pourcentage de succès, l'incapacité des cellules de s'établir dans de nouveaux animaux coïncidant avec la cessation de croissance et l'extinction chez les animaux dans lesquels elles ont pu se développer pendant un certain temps. Sans préjudice d'autres facteurs, on peut supposer que la plus grande fréquence d'absorption spontanée dans les tumeurs transplantées est due à leur plus grande homogénéité, résultant de l'intercalation répétée de ce qui est virtuellement un état unicellulaire. Les auteurs comparent l'extinction de certaines générations de la tumeur de Jensen avec les résultats obtenus en transplantant deux autres carcinomes spontanés de la souris, lesquels, après un transfert réussi à des animaux normaux, ont donné progressivement de plus faibles pourcentages de succès jusqu'à ce qu'on obtienne des résultats négatifs. Les résultats indiquent la nécessité de prendre des précautions en interprétant les expériences exécutées dans le but de modifier la croissance de tumeurs propagées et d'enregistrer exactement leur évolution précédente comme accompagnement nécessaire aux expériences thérapeutiques.

Séance du 21 Juin 1906.

M. G. Quincke : La transition de l'état liquide à l'état solide et la structure écumuse de la matière. L'auteur, poursuivant ses recherches, montre que des phénomènes similaires à ceux qu'on observe dans la congélation de l'eau se présentent pour tous les corps dans la Nature et concordent avec la structure des métaux observée par l'auteur et d'autres savants. Les corps solides ne sont donc jamais homogènes, mais présentent toujours une structure écumuse. — M. W. J. S. Lockyer communique ses recherches sur les variations barométriques de longue durée sur de grandes surfaces. Il arrive aux résultats suivants : 1° La variation barométrique aux Indes est à peu près l'inverse du cycle de taches solaires de 11 ans, c'est-à-dire que

les années de haute pression moyenne sont généralement celles à faible aire tachée; 2° La variation australienne se rattache à la variation aux Indes, avec quelques modifications toutefois; 3° L'intervalle entre les maxima principaux australiens est d'environ 19 ans; 4° L'intervalle entre les maxima principaux sud-américains est aussi de 19 ans environ; 5° La variation sud-américaine n'est pas l'inverse de celle de l'Australie, mais il y a une différence de phase entre les maxima d'environ six années, les maxima australiens précédant ceux de l'Amérique du Sud; 6° Il est probable que la variation de 19 années est due à l'action solaire modifiée par quelque cause terrestre; 7° Malgré toutes les recherches, on n'a pu trouver la cause de la modification de la période de 11 ans aux Indes en celle de 19 ans en Australie et dans l'Amérique du Sud. — M. A. Campbell présente ses recherches sur les capacités inductives électriques du papier sec et de la cellulose solide. La présence d'humidité dans le papier a un effet accusé sur sa capacité inductive spécifique et une influence considérable sur sa résistance d'isolement. La capacité augmente et la résistance décroît lorsqu'un cable sous papier bien desséché absorbe l'humidité de l'atmosphère. Pour la cellulose desséchée, la capacité ne varie pas beaucoup avec la température, tandis que l'isolement se modifie énormément. — M. P. Phillips : Les vitesses des ions dans l'air à différentes températures. L'auteur a cherché à déterminer, à diverses températures, la vitesse, dans un champ électrique, des ions produits par les rayons Röntgen dans l'air à la pression atmosphérique, dans le but de savoir si les masses des ions dépendent en quelque mesure de la température. Voici les vitesses obtenues par l'auteur pour les ions positifs (k_1) et négatifs (k_2), en centimètres par seconde par volt-centimètre :

k_1	k_2	TEMPÉRATURE ABSOLUE
2,00	2,495	411° C.
1,95	2,40	399
1,87	2,30	383
1,81	2,21	373
1,67	2,13	348
1,60	2,00	333
1,39	1,785	283
0,945	1,23	209
0,235	0,235	94

Si l'on porte ces résultats en courbes, on obtient deux lignes à peu près droites, ce qui montre que les vitesses ioniques sont approximativement proportionnelles à la température absolue. Des résultats précédents, on peut calculer le nombre n de molécules dont se compose chaque ion aux diverses températures :

n (POSITIF)	n (NÉGATIF)	TEMPÉRATURE ABSOLUE
4,63	4,63	94° C.
2,12	1,82	209
1,76	1,43	283
1,64	1,34	348
1,52	1,25	411

— M. R. J. Strutt poursuit ses recherches sur la distribution du radium dans la croûte terrestre par l'étude des dépôts sédimentaires. La teneur moyenne varie de $5,84 \times 10^{-12}$ grammes de radium par gramme de substance dans l'oolithe, à $0,25 \times 10^{-12}$ grammes dans le calcaire; elle ne diffère pas sensiblement de la teneur moyenne des roches ignées, ce à quoi l'on pouvait s'attendre si l'on admet que les roches sédimentaires doivent leurs matériaux à la désintégration des roches ignées. L'auteur a ensuite examiné un certain nombre de minéraux constituant des roches, et il a constaté que certains minéraux accessoires, comme le zircon, le sphène, la pérofskrite et l'apatite, qui se trouvent dans le granite, sont riches en radium; la hornblende, les micas, la tourmaline et les feldspaths sont bien moins riches, et l'on n'a pu en déceler dans le quartz.

Séance du 28 Juin 1906.

M. J. N. Schoolbred a recherché les modifications du régime des marées de la rivière Mersey qui peuvent avoir été introduites par les dragages récents de la barre de la baie de Liverpool. Pour faciliter aux grands navires l'accès du port de Liverpool, on a, depuis 1890, dragué plus de 100 millions de tonnes de sable dans l'estuaire de la Mersey et sur la barre devant l'entrée de la baie. L'examen des courbes marégraphiques continues montre que ces travaux n'ont que peu influencé les conditions des marées dans la basse Mersey, qui affectent le port de Liverpool. En ce qui concerne les régions supérieures de la rivière, près de Warrington, les courbes de marée montrent qu'il reste maintenant dans la rivière, entre les hautes eaux respectives, un corps d'eau considérable, supérieur à celui qui existait avant les dragages, et qui est avantageux à la navigation locale. — Sir A. Noble poursuit ses recherches sur les explosifs par l'étude des ballistites norvégienne 165 et italienne, qu'il compare aux cordites et à la nitrocellulose précédemment étudiées. Il donne des tableaux complets des caractéristiques de ces explosifs. Puis il indique deux formules donnant la température d'explosion, l'une en divisant la quantité de chaleur dégagée par la chaleur spécifique des gaz produits, l'autre au moyen de la pression au moment de l'explosion et de la pression des mêmes gaz à 0° C. Les deux formules donnent des résultats assez concordants pour de fortes densités d'explosif et des pressions élevées, mais la différence va en croissant quand la densité et la pression diminuent, surtout pour les explosifs qui dégagent beaucoup de CO₂. L'auteur explique le fait par une dissociation du CO₂ qui abaisse la température.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE SYDNEY

Séance du 9 Mai 1906.

MM. E. A. Mann et R. E. Cowles ont étudié les écorces d'une dizaine d'*Eucalyptus* de l'Australie occidentale au point de vue de leur richesse en tannins. Elle varie de 8,73 à 44,5 % dans les extraits; les tannins paraissent appartenir au groupe du catéchol plutôt qu'à celui du pyrogallol. Quelques-uns d'entre eux ont donné de bons cuirs de coloration légère.

Séance du 19 Juin 1906.

M. G. Harker a étudié la fermentation des mélasses de canne et ses rapports avec la détermination des sucres présents. Il conclut que le rendement possible en alcool des mélasses de canne indiqué par l'analyse est beaucoup plus élevé que celui qui peut être obtenu par la fermentation, parce que les résultats analytiques surpassent la quantité de sucres fermentescibles réellement présents. Il est probable que les corps qui apparaissent comme saccharose dans l'analyse (et qui sont invertis par les acides, mais non par l'inverse) sont décomposés par quelque enzyme de la levure dans les premiers stades de la fermentation.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 18 Juin 1906.

M. W. P. Bloxam a étudié les différentes méthodes d'analyse de l'indigo et recommande la méthode d'isolement de l'indigotine à l'état de tétrasulfonate potassique. — MM. H. R. Procter et H. G. Bennett décrivent une nouvelle méthode pour l'examen des huiles de poissons. Elle consiste à déterminer l'absorption du brome en solution de tétrachlorure de carbone, auquel on ajoute, vers la fin de l'opération, de l'alcool absolu. — MM. F. W. Richardson et J. L. Bowen communiquent leurs recherches sur la détermination des acides minéraux dans le vinaigre. Tous les procédés actuels sont, d'après eux, à rejeter, excepté la méthode origi-

nale de Hehner; et encore celle-ci peut-elle, par exemple, ne pas déceler jusqu'à une partie d'acide sulfurique dans 1.540 de vinaigre. Les auteurs décrivent une méthode plus exacte.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 12 Juillet 1906.

M. van't Hoff continue ses investigations sur les conditions de formation des dépôts salins océaniques. La région d'existence et le dédoublement du borate calco-sodique, le pentaborate triacalcique et la production artificielle de la pandermite, font l'objet de la présente communication. Le borate calco-sodique se dissociant dans les borates individuels aux environs de 85°, sa formation naturelle est limitée à 80°. Par cette scission, les borates de calcium naturels sont formés dans des conditions appropriées; aussi l'auteur obtient-il, pour la première fois, la pandermite par voie artificielle.

Séance du 26 Juillet 1906.

M. Müller-Breslau continue ses expériences photographiques pour déterminer les surfaces de glissement des sables soutenus par des murs latéraux. Il examine des murs penchant du côté des sables, la surface de ces derniers tombant depuis le mur suivant l'angle de pente naturel. La pression sur le mur, déterminée d'une façon univoque par la forme de la surface de glissement et la charge de la surface des sables, est comparée avec la pression calculée sur la base d'une surface de glissement plane de Coulomb. — M. Vogel présente une communication sur les nébuleuses entourant ξ d'Orion. Les études approfondies des vues prises à l'Observatoire d'Astro-physique, à Potsdam, avec un télescope au miroir à très grand rapport d'ouverture, ont fait voir que la configuration remarquable de ces nébuleuses rend extrêmement probable l'existence de nuages cosmiques non lumineux. — M. van't Hoff présente un travail dû à M. Behn sur la transformation réciproque des monoborates de calcium. La température de conversion est déterminée au moyen de mesures de la conductibilité et confirmée par des mesures dilatométriques. L'auteur trouve incidemment une seconde modification du tétra-hydrate. — M. Frobenius adresse une note sur la loi d'inertie des formes carrées. La signature d'une forme carrée se calcule en partant de la série de déterminants donnée par Jacobi, quand même ces déterminants ne sont pas tous différents de zéro. — M. Koenigsberger adresse un Mémoire sur les fondements de la Mécanique. A propos d'un traitement détaillé du mouvement latent et des problèmes incomplets de la mécanique des pondérables, l'auteur a cru opportun de présenter les bases des principes amplifiés de la Mécanique d'une façon un peu différente et plus correcte que dans ses communications antérieures, dans l'espérance d'arriver par là à une exposition plus claire des définitions et des notions fondamentales de la mécanique des pondérables. — M. Warburg présente un travail de M. L. Grunmach, professeur à Berlin, sur la détermination expérimentale de la tension superficielle de l'oxygène et de l'azote liquéfiés. Après avoir démontré que la méthode des ondes capillaires se prête à une détermination exacte des tensions superficielles des gaz liquéfiés et, les températures critiques de ces derniers étant données, aussi à celle de leur poids moléculaire, l'auteur étend ses recherches aux deux gaz précités. Les tensions superficielles de l'oxygène et de l'azote liquéfiés, à leur température d'ébullition, sont trouvées égales à 13,074 et 8,514 dyn. cm., respectivement. Leurs poids moléculaires à l'état liquide étant 41,51 et 37,30 respectivement, ces deux gaz, en passant à l'état liquide, éprouvent une association. ALFRED GRADEWITZ.

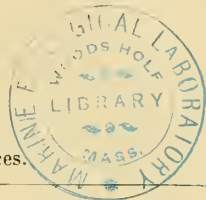
Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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



CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Mathématiques

A propos d'un livre récent. — Parmi ceux qui aiment à la fois les enfants et l'arithmétique, la conviction est depuis longtemps faite qu'une bonne partie de l'aversion de beaucoup de jeunes esprits pour le calcul tient surtout à ce que l'enseignement en est formaliste et guindé; que tantôt il fait appel à la mémoire pure, tantôt à des raisonnements abstraits; et, dans un cas comme dans l'autre, il ne reste dans l'intelligence de l'enfant que des recettes, appliquées avec plus ou moins de discernement aux problèmes qui lui sont posés.

Il suffit de se renseigner sur les démonstrations données dans la plupart des classes d'arithmétique pour se convaincre que ce sont, pour la plupart, de véritables trompe-l'œil, par lesquels on ne fait que répéter, sous une forme alambiquée, l'énoncé du théorème que l'on prétend prouver. Autant vaut, dès lors, l'apprendre comme un credo.

L'exemple que voici me semble instructif. Un jeune élève de sixième me disait un jour : On nous démontre que, lorsqu'on multiplie les deux termes d'une fraction par un même nombre, on ne change pas la valeur de la fraction; mais je n'ai rien compris à la démonstration.

— Pourriez-vous la répéter ?

— Voici : Soit la fraction $\frac{3}{4}$; « je multiplie le numérateur et le dénominateur par 4, et j'obtiens la fraction $\frac{12}{16}$, qui est égale à $\frac{3}{4}$, ce qu'il fallait démontrer ». Il me semble qu'on ne fait que dire ce qu'on veut prouver.

Je pensai que l'enfant avait mal retenu la démonstration; je lui demandai son livre; il l'avait répétée textuellement.

Je la repris dans les termes suivants :

— Voici un gâteau que je partage en cinq parties égales (fig. 1); je vous en donne trois : quelle fraction du gâteau avez-vous ?

— Les trois cinquièmes.

— Bien; et, maintenant, je divise chacune des parts du gâteau en quatre parties égales. Quelle fraction du gâteau formera chacune des nouvelles parties ?

— Un vingtième.

— Reprenez ce que vous aviez tout à l'heure, et

voyez combien vous avez des nouvelles parts de gâteau.

— J'en ai douze.

— Quelle fraction de gâteau possédez-vous ?

— Les douze vingtièmes.

— Qui sont égaux...

— A trois cinquièmes.

L'enfant était enchanté d'avoir compris. Le lendemain, le professeur le rappela au tableau.

Lorsqu'on multiplie les deux termes d'une fraction, etc...

— On ne change pas la valeur de la fraction.

— Démontrez-le.

— Je suppose que j'aie un gâteau...

— Essayez-vous, vous ne savez rien.

Evidemment le professeur n'avait pas compris que la

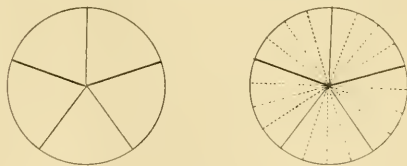


Fig. 1.

démonstration du livre était rigoureusement inexistante. Mais les élèves en avaient parfaitement conscience.

La vraie méthode, dans l'enseignement des Mathématiques très élémentaires, consiste à employer des démonstrations dont les enfants aient le sentiment profond; la logique pure viendra plus tard. C'est ce qu'a réalisé admirablement M. Laisant¹ dans un récent ouvrage dont la *Revue* a déjà parlé, mais sur lequel il me paraît utile de revenir.

Depuis longtemps, M. Laisant s'occupe de l'enseignement des Mathématiques. Il a commencé par les échelons les plus élevés, écrit sur l'histoire et la philosophie

¹ Initiation mathématique (Voir la *Revue* du 30 juillet 1906.).

de la science des nombres des ouvrages estimés, et dirige une revue dont le but est de poursuivre sans relâche le perfectionnement des méthodes de son enseignement. Cette fois, il est descendu tout au bas de l'échelle, intimement persuadé que, si l'on veut former l'esprit, il faut commencer très tôt, avant que d'autres aient eu le temps de le déformer; et que, si l'on veut gagner des adeptes aux Mathématiques, il ne faut pas commencer par éloigner de leur étude les esprits assez peu dociles pour ne pas suivre pas à pas le maître du premier enseignement.

« C'est à un sauvetage de l'enfance, dit l'auteur dans la préface, que je convie parents — mères de famille surtout — et éducateurs. Depuis la toute première enfance jusqu'au début des études, mettons, par exemple, de quatre à onze ans, il est possible de faire pénétrer dans l'esprit de l'enfant vingt fois plus de choses qu'on ne le fait, en matière mathématique; cela en amusant au lieu de le torturer. »

Mais ne faut-il pas, de la part des mères, une véritable vocation mathématique pour se substituer aux instituteurs, pour reprendre les démonstrations incomplètes, pour chercher, à côté des problèmes de la classe, les questions de l'arithmétique aimable, susceptibles de ramener l'enfant à une étude qui le rebute? Assurément, si elle n'a aucun guide. Et c'est précisément pour le lui donner que M. Laisant a rassemblé une foule de problèmes gradués, dont l'enfant cherchera volontiers la solution, parce qu'elle lui semble par avance curieuse, et parce qu'en la poursuivant il suivra un raisonnement humain et non artificiel. « Si vous aimez vos enfants, dit encore M. Laisant, si vous aimez ceux qu'on vous confie, si vous voulez qu'ils deviennent forts et bons, revenez aux principes de ces grands esprits et de ces grands cœurs, qui eurent nom La Chalotais, Froebel, Pestalozzi. » Nul n'ignore que la méthode de ces grands éducateurs consistait essentiellement à faire découvrir la Science. Pestalozzi, par exemple, conduisait ses élèves au milieu d'une vallée, et, lorsqu'ils l'avaient bien examinée, il en faisait exécuter un modèle au moyen d'un tas de sable. De petites pierres figuraient les maisons, des sables de couleur les ruisseaux ou les routes. Puis, le modèle terminé, on le dessinait en plan, et ainsi on avait fait une première carte. Ensuite, les enfants étaient tout préparés à interpréter celles qu'ils voyaient; et, de plus, ils avaient appris à aimer la Géographie.

C'est ainsi que M. Laisant procède pour l'Arithmétique. Il la constitue avec des allumettes, une poignée de haricots, qui serviront à faire la numération, puis l'addition et la soustraction. Il atteint les grands nombres par une allumette, un paquet, un fagot, une boîte, un ballot, une hotte, etc. Et c'est seulement lorsque toute cette numération est faite de visu, et que les gros paquets d'allumettes ont été remplacés par des jetons de couleur, qu'il en arrive aux chiffres. Aussitôt après, il passe aux représentations géométriques. L'addition et la soustraction sont faites sur une droite divisée.

Ainsi, par la même méthode visuelle, et qui incorpore complètement à l'esprit de l'enfant les matières enseignées, on arrive aux carrés et aux cubes des sommes, aux nombres triangulaires (vol des grues, aux nombres carrés. Pour ceux-ci, le graphisme montre, de façon évidente, qu'ils sont des sommes de nombres impairs.

La perfection de la notation mathématique ressort bien de la considération de quelques nombres énormes, dont l'expression par les puissances est un comble de condensation. Je poursuis un exemple donné par M. Laisant, en posant cette question : Quel espace tiendra, en chiffres de 4 millimètres, le nombre 10^{100} , écrit à la manière ordinaire ? Réponse : si le t qui le commence est écrit sur le pôle nord de la Terre, le zéro qui le termine viendra recouvrir le t , après que les chiffres, mis côte à côte, auront fait le tour de la Terre en passant par le pôle sud.

Le graphisme, dont M. Laisant fait un usage étendu, ne devrait jamais être séparé de la démonstration arithmétique ou analytique. Je l'ai toujours employé pour ma propre éducation dans les Mathématiques élémentaires, et je m'en suis bien trouvé. Voici, par exemple, comment je suis arrivé, pour la première fois, à comprendre que la somme d'un nombre infini de termes en progression géométrique décroissante a une valeur finie, ce qui m'avait d'abord paru inexplicable, bien que j'eusse naturellement admis l'exactitude du résultat donné par la formule.

Soient (fig. 2) deux droites concourantes A_1O , A_2O . Traçons deux séries de parallèles A_1A_2 , B_1B_2 , C_1C_2 , ...; A_1B_1 , B_1C_1 , ...; celles-ci étant les diagonales des trapèzes formés par les premières avec les droites primitives. Les longueurs A_1B_1 , B_1C_1 , C_1D_1 , sont les termes successifs d'une progression géométrique décroissante.

En continuant la figure, on amènera la progression aussi près qu'on voudra du point O , sans pouvoir jamais le dépasser. OA_1 apparaît ainsi comme la somme de la progression d'un nombre infini de termes.

Le même graphisme, pris dans le sens croissant, permet de résoudre tous les problèmes d'intérêts com-

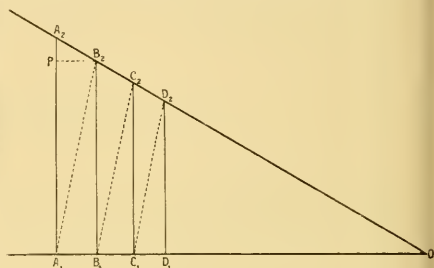


Fig. 2.

posés. Il montre très clairement comment une somme placée pendant un temps très long croît au delà de toute limite.

Mais ce graphisme n'est pas seulement une image démonstrative, il permet d'établir très simplement les formules connues. Traçons PB_2 parallèle à la base. Les triangles semblables donnent successivement la base :

$$\frac{A_1O}{A_1B_1} = \frac{A_1A_2}{PB_2} = \frac{A_1A_2}{A_1A_2 - B_1B_2} = \frac{A_1A_2}{A_1A_2(1 - \frac{B_1B_2}{A_1A_2})}.$$

Or $\frac{B_1B_2}{A_1A_2}$ est la raison r de la progression.

Donc :

$$OA_1 = \frac{A_1B_1}{1-r}.$$

La somme de n termes résulte aussi très simplement du diagramme; il suffit de retrancher la somme des termes à partir du $(n+1)^{\text{ème}}$.

Je crois que l'élève possédant bien cette démonstration ou toute démonstration graphique d'un théorème arithmétique, la retrouvera quand il voudra, parce qu'elle fait l'appel minimum à la mémoire, et s'appuie au maximum sur l'intelligence complète du problème.

Et puis, à enseigner ainsi les Mathématiques aux enfants, on recueille parfois des réponses pittoresques. J'ai été charmé, demandant à un bambin de dix ans de définir la progression arithmétique, de l'entendre me répondre : « C'est un escalier ». Peut-être n'eût-il pas eu une bonne note à l'examen; mais il est certain qu'il avait très bien compris.

Ch.-Ed. Guillaume.
Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

§ 2. — Astronomie

La variation des latitudes. — M. Albrecht a tenté de représenter les variations observées dans six stations¹ par la formule :

$$x \cos \lambda + y \sin \lambda + z,$$

qui contient un terme additionnel dont l'existence a été signalée par M. Kimura. Pour expliquer ce terme, on pourrait, avec S. Chandler, invoquer l'influence des parallaxes stellaires; mais il faudrait alors admettre une parallaxe moyenne de 0",13, qui paraît beaucoup trop grande. Il suffirait aussi de supposer un déplacement périodique du centre de gravité du globe suivant l'axe polaire, d'environ 3 mètres; mais, si l'on voulait attribuer un pareil déplacement à la fonte des glaces, on trouve qu'il faudrait admettre la fonte annuelle de 3 millions de kilomètres cubes de glace, ce qui exigerait une quantité de chaleur bien supérieure à celle que nous envoie le Soleil. Il existe peut-être une autre origine de cette oscillation du centre de gravité; en outre, on ne peut écarter dès à présent les erreurs systématiques des réfractions employées.

M. Bakhuyzen a examiné à ce point de vue, dans les *Astronomische Nachrichten*, les observations faites à Leyde, avec une lunette zénithale de Wanschaff, depuis 1899. Les courbes des années 1900, 1901 et 1902 donnent, pour ce terme désigné par z , des valeurs qui ne ressemblent guère à celles trouvées par M. Albrecht: l'amplitude est plus forte et les phases sont très différentes. Ce résultat contredit déjà l'hypothèse d'une oscillation du centre de gravité, et l'influence d'erreurs instrumentales qui dépendent de la température ne paraît pas davantage démontrée. Reste l'hypothèse de l'anomalie de la réfraction, causée par une variation annuelle de l'inclinaison des couches d'égale densité, quoique, à vrai dire, la situation et l'installation des stations internationales paraissent de nature à écarter cette hypothèse. Il faudra sans doute encore beaucoup de recherches délicates et minutieuses pour déceler la vraie cause des variations dont il s'agit ici, lesquelles, ne l'oublions pas, s'élèvent seulement à quelques centièmes de seconde².

§ 3. — Physique

Les gradients de température interne des matières communes. — Les investigations récentes ont fait voir que la radio-activité, loin d'être caractéristique de quelques substances exceptionnelles, appartient à des degrés variables à un grand nombre de matières et de métaux communs; par une généralisation qui paraît bien légitime, on est même allé jusqu'à considérer cet ordre de phénomènes comme l'une des propriétés fondamentales de toute matière.

D'autre part, on a démontré que la radio-activité de certains composés de radium s'accompagne d'une élévation de température se produisant au sein même de la substance. De là à conclure que d'autres corps également radio-actifs, mais à un degré moindre, présenteraient ce même phénomène, bien qu'avec une intensité moins grande, il n'y avait évidemment qu'un pas.

M. Charles B. Thwing, dans un travail que publie un récent numéro de la *Physikalische Zeitschrift*, vient de démontrer que cette conclusion est très juste, le gradient de température qui existe au sein des roches et des métaux communs étant d'une grandeur suffisante pour être décelé et mesuré.

Afin de protéger ses échantillons et sa batterie de couples thermo-électriques contre les variations de la température ambiante, l'auteur les place au sein d'un calorimètre à glace.

Les gradients de température ainsi constatés (c'est-à-dire les accroissements en degrés centigrades, par centimètre de distance de la surface) variaient entre 0,000,01 et 0,000,05 pour la série étudiée de dix substances. Ces valeurs sont plus que suffisantes pour expliquer les gradients de température observés, comme on le sait, au-dessous de la surface de la Terre, en supposant que les matières radio-actives se trouvent essentiellement dans l'écorce terrestre. En admettant que les éléments se seraient développés à peu près suivant l'ordre de leur poids atomique, les particules matérielles subissant une agglomération croissante, on pourrait voir la condition principale de stabilité des atomes complexes dans une pression immense, condition qui, à l'intérieur de la Terre, est bien mieux satisfaite qu'à sa surface. Les éléments à grands poids atomiques, tout en étant stables au sein de la Terre, deviendraient ainsi instables, radio-actifs, lorsqu'ils se présentent au voisinage de sa surface.

L'effet photo-électrique du sélénium. — L'influence de la température sur la conductibilité du sélénium, à l'état éclairé ou non éclairé, bien qu'elle ait déjà fait l'objet de bien des recherches, était jusqu'ici encore mal élucidée. Certains auteurs ont, en effet, constaté à température croissante une diminution de la conductibilité allant jusqu'à un maximum, après quoi la conductibilité commencerait à croître; d'autres auteurs ont trouvé un accroissement régulier toutes les fois qu'il y avait augmentation de la température. Ces observations si discordantes sont dues à la constitution instable de l'élément; il existe, en effet, plusieurs états allotropiques du sélénium, insuffisamment connus et qui ne permettent pas de définir avec toute la précision voulue chaque échantillon.

Or, dans toutes ces recherches, l'on ne s'est, semble-t-il, guère préoccupé de savoir ce que devient, à température variable, l'effet photo-électrique, c'est-à-dire le rapport entre la différence des résistances à l'état éclairé et non éclairé respectivement et la résistance du sélénium non éclairé. Pour expliquer cet effet, M. Bidwell admet que la lumière provoque la formation de composés de sélénium conducteurs de l'électricité, composés qui se décomposent à l'obscurité. Cette hypothèse, M. Pochettino n'a point réussi à la vérifier. Aussi M. Carpin³ vient-il d'entreprendre une étude approfondie de cette intéressante question en se servant d'un pont universel de Siemens, permettant de mesurer à 1°, près des résistances de plus de 1.500 ohms. Le courant traversant la pile à résistance de sélénium était produit par une pile étalon parfaitement constante, fermée seulement au moment de l'observation. Un thermomètre divisé en dixièmes de degré indiquait la température de la pile à résistance de sélénium, laquelle était disposée au fond d'une petite boîte rectangulaire; cette boîte, protégée par une plaque de verre contre les courants d'air, était placée à l'intérieur d'un autre réservoir rempli d'eau et chauffé au moyen d'un bec Bunsen. Un écran en carton noir servait à obscurcir la pile intérieure ou à l'exposer au rayonnement d'une lampe à l'acétate d'amyle.

Les cinq piles étudiées par M. Carpin³ étaient de deux ordines, l'une ayant été fabriquée par M. Müller-Uri, tandis que l'auteur lui-même avait préparé les autres, en enroulant deux fils de cuivre mince, disposés à une distance de 0,7 millimètre l'un de l'autre, sur de petites plaques de cuivre. Il étudie aussi la question de savoir si l'effet photo-électrique à température ordinaire diffère sensiblement de celui qui correspond à la température de l'eau bouillante.

Ses résultats numériques font voir que l'effet photo-électrique de la pile Müller-Uri, au passage d'une température moyenne de 7° à celle de 96°, varie de 0,32 à 0,07, c'est-à-dire de 0,003 par degré; la variation moyenne par degré de chacune des piles construites

¹ Résultats du Service international des latitudes, t. I.

² Bulletin astronomique, t. XXI, p. 33.

³ Bulletin astronomique, t. XXIII, p. 193, et les indications bibliographiques détaillées, t. XXIII, p. 203.

⁴ Physikalische Zeitschrift, n° 9, 1906.

par l'auteur lui-même (0,002) est très approximativement identique, bien que les résistances électriques des différentes piles soient très inégales.

§ 4. — Chimie

Actions anti-catalytiques de l'eau. — Si, dans un grand nombre de réactions, la présence d'une trace d'humidité est nécessaire pour mettre en marche le processus chimique, l'eau, dans d'autres cas, peut exercer une action inhibitrice sur le cours de certaines réactions, comme viennent de le mettre en évidence MM. G. Bredig et W. Fraenkel¹.

Ces auteurs, étudiant la catalyse, par les acides, de l'éther diazoacétique en solution alcoolique, ont constaté que la présence de traces d'eau dans l'alcool exerce une influence fortement retardatrice sur la décomposition. La vitesse de la réaction : $Az^* : HC.CO^*C^*H^* + C^*H^*OH = C^*H^*O.CO^*CO^*C^*H^* + Az^*$, sous l'influence catalytique de l'acide picrique à la concentration 0,0099 molar, à 25°, a été déterminée : 1° dans l'alcool absolu; 2° dans le même alcool additionné de 0,18 % d'eau en poids. On a trouvé que cette addition d'eau abaissait la constante de vitesse de la réaction d'environ 22 %.

Des traces d'eau exercent un effet retardateur similaire sur la décomposition de l'acide oxalique en eau, CO et CO^* par l'action de l'acide sulfurique concentré. Ainsi le temps nécessaire pour la décomposition d'une quantité définie d'acide oxalique par l'acide sulfurique contenant environ 100 % de H^*SO^* est porté de 50 minutes à 3 heures par l'addition de 0,05 % d'eau.

§ 5. — Sciences médicales

La répartition de la tuberculose dans les maisons de Paris pendant l'année 1905. —

M. Paul Juillierat, chef du Bureau d'assainissement de l'habitation à la Préfecture de la Seine, vient de publier² les résultats d'une enquête qui a porté sur 265 maisons de Paris. Ces maisons, habitées par une population de 25.938 habitants, ont présenté, du 1^{er} janvier 1894 au 1^{er} janvier 1906, une mortalité tuberculeuse annuelle de 7, 98 pour 1.000 habitants. Dans 259 de ces maisons, on a trouvé des chambres habitées, dépourvues de toute aération et de tout éclairage directs. 1.398 chambres ont été trouvées impossibles à modifier à ce point de vue. 1.229 autres, actuellement inhabitables, paraissent pouvoir être aérées et éclairées suffisamment, grâce à des travaux peu importants. Dans les 6 autres maisons, on n'a trouvé aucune chambre inhabitable pour défaut d'air et de lumière. Or, dans les 259 maisons considérées, qui contiennent chacune une moyenne de 96 habitants et de 10 chambres sans air ni lumière, la mortalité tuberculeuse annuelle a été, pendant les deux dernières années, de 8 pour 1.000 habitants, c'est-à-dire plus du double de la mortalité moyenne générale.

Au contraire, dans les 6 autres maisons qui contiennent chacune une moyenne de 197 habitants, mais où il n'y a aucune chambre privée d'air et de lumière, la mortalité tuberculeuse moyenne n'a été, depuis douze ans, que de 3,11 pour 1.000 habitants.

Dans ces deux groupes de maisons, la population est de même nature, socialement parlant : elle est soumise aux mêmes influences nocives : travail, privations, alcoolisme. On peut donc considérer cette enquête comme rigoureuse ; elle est, dans tous les cas, de nature à fortifier les idées chères à M. Juillierat, à savoir que le manque d'air et de lumière est une des plus grandes causes de tuberculose.

Pour notre part, nous ne pouvons que demander avec lui la suppression de tous ces logis, sans air et sans lumière, qui forment des foyers permanents et actifs de tuberculose ; on devrait les remplacer au surplus, dans ces mêmes quartiers, par des logements clairs et sains d'un loyer correspondant. Cette mesure, en honneur en Angleterre, a contribué à faire diminuer, dans ce pays, durant le dernier quart de siècle, la tuberculose de 40 % ; or, on ne répètera jamais assez que la tuberculose tue, chaque année, 150.000 Français.

Alcoolisme des parents et anomalies de développement des enfants. — Le Dr Féré (de Bicêtre) a démontré, depuis déjà longtemps, l'action nocive qu'exerce, sur le développement des embryons de poulet, l'alcool introduit dans les œufs. D'autres recherches ont établi que l'ingestion d'une notable quantité d'alcool ou même de vin est suivie, à bref délai, de la présence d'une certaine quantité d'alcool dans le sperme. Cette circonstance explique, notamment pour le Professeur Pinard (de Paris), l'influence néfaste de l'ivresse au moment de la conception (malformations cardiaques, par exemple).

Voici que M. le Dr Charra vient, à son tour, de consacrer sa thèse à l'étude de cette question si intéressante, et il a montré, par une série de documents, que, dans bien des cas, les monstruosités présentées par les enfants pouvaient être attribuées à l'alcoolisme des parents, en particulier du père, au moment de la conception³. L'observation qui lui a servi de base, et qu'il a recueillie dans le service de M. le Professeur Fabre (de Lyon), réalise une véritable expérience clinique. Il s'agit en effet d'une femme, bien portante, non syphilitique, et qui, d'un premier mariage, eut six enfants bien conformés, tandis que, d'un second mariage, avec un homme non syphilitique, elle eut quatre enfants, dont trois nés avant terme et deux présentant une malformation identique, c'est-à-dire une méningocèle considérable et des reins polykystiques énormes. Or, le père était un alcoolique avéré, grand buveur d'absinthe. Il semble donc bien, d'après cette observation, que l'alcoolisme ait un pouvoir tératogène, comme la syphilis.

§ 6. — Enseignement

Personeil universitaire. — M. Lebeau, docteur ès sciences, est chargé d'un cours complémentaire de Chimie minérale à la Faculté des Sciences de Paris, en remplacement de M. Riban, admis à la retraite.

M. Urbain, docteur ès sciences, est chargé d'un cours complémentaire d'Analyse qualitative et quantitative, en remplacement de M. Riban, admis à la retraite.

M. Ouvrard, docteur ès sciences, sous-directeur du Laboratoire d'enseignement et de recherches chimiques de la Faculté des Sciences de Paris, est nommé directeur du dit Laboratoire.

M. Thoinot, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Albarran, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique des maladies des voies urinaires, à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Durkheim, professeur à la Faculté des Lettres de Bordeaux, est nommé professeur de Science de l'éducation à la Faculté des Lettres de Paris.

M. Tissier, docteur ès sciences, maître de conférences de Chimie générale à la Faculté des Sciences de Lyon, est nommé professeur de Chimie appliquée à la Faculté des Sciences de Besançon.

M. Gutton, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Physique à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé professeur de Physique à la dite Faculté.

¹ *Ber. der. deutsch. chem. Ges.*, 1906, LXXXIX, p. 1756-1760.

² *Hygiène gen. et appl.*, 1906, p. 392, n° 7, juillet.

³ Thèse de Lyon, année scolaire 1905-1906.

L'ÉRUPTION DU VÉSUVÉ EN AVRIL 1906

PREMIÈRE PARTIE : LES ÉPANCHEMENTS DE LAVE
ET LES PHÉNOMÈNES EXPLOSIFS

A peine l'émotion soulevée par les tremblements de terre de la Calabre (septembre 1905) était-elle calmée, qu'une violente éruption se produisait au Vésuve. Tant par les désastres qu'elle a accumulés que par les manifestations grandioses qui l'ont signalée, elle comptera dans l'histoire de ce volcan, cependant si riche en événements du même genre.

M. le Ministre de l'Instruction publique ayant bien voulu me confier une Mission pour l'étude de cette éruption, j'ai fait, en avril et en mai, un long séjour dans la campagne de Naples, observant avec d'autant plus de fruit les phénomènes qui s'y sont succédé à cette époque, que j'avais consacré plusieurs semaines, d'août à octobre de l'an dernier, à des recherches dans cette même région, que je connaissais d'ailleurs de longue date.

Je me propose de donner ici un bref aperçu des traits caractéristiques de l'éruption, me réservant de développer ultérieurement, dans des mémoires spéciaux, les diverses questions que j'ai étudiées d'une façon plus particulière¹.

I. — LES TYPES D'EXPLOSIONS VOLCANIQUES CONSIDÉRÉS
À UN POINT DE VUE GÉNÉRAL.

Quelques indications préliminaires sont nécessaires au sujet de certaines notions qui vont être utilisées plus loin. Il s'agit des divers types d'explosions volcaniques.

Beaucoup de géologues admettent, plus ou moins explicitement, que la composition chimique d'un magma exerce un rigoureux déterminisme sur le dynamisme de l'éruption qui l'amène au jour, les éruptions violentes à caractère explosif, par exemple, étant regardées comme caractéristiques des magmas acides.

Dans la discussion des phénomènes éruptifs récents et anciens qui ont édifié la Montagne Pelée, j'ai fait voir² que le même magma, assez facile pour fournir des roches riches en quartz, bien que n'ayant pas sensiblement changé de composition

chimique dans le temps, a été successivement émis par les types de manifestations les plus différents : production de coulées fluides, épanchées au loin ; amas de lave très visqueuse, accumulé autour de l'orifice de sortie pour construire le dôme de 1902-1903, avec, en même temps, violents phénomènes explosifs ; enfin, éruptions uniquement explosives, ayant édifié de formidables couches de ponces.

Ces constatations, mises en regard des modes d'activité contemporaine du même volcan et de celui de Saint-Vincent, dont le magma a une composition différente, m'ont conduit à insister sur cette idée que ce qui détermine la forme du dynamisme d'un volcan, ce n'est point seulement la composition chimique de son magma, mais surtout l'état physique de celui-ci, sa fluidité ou sa viscosité plus ou moins grande, au moment de l'éruption. Sans doute, le degré de fusibilité d'un magma étant en rapport avec la composition chimique de celui-ci, un magma très basique a plus de tendance à venir au jour à l'état très fluide qu'un autre, très acide ; mais il est un grand nombre de conditions (vitesse de l'énervation, masse de matière épanchée, température, abondance plus ou moins grande de produits volatils et notamment de la vapeur d'eau, etc.) qui peuvent intervenir pour modifier cette propriété fondamentale et permettre ainsi à un volcan à lave très fusible de se comporter à la manière d'un volcan à lave qui l'est peu ou *vice versa*.

L'histoire du Vésuve fournit de nombreux arguments pour le développement de cette thèse, et l'éruption actuelle, en particulier, nous en apporte d'excellents : j'y reviendrai en terminant.

Considérons tout d'abord le cas de magmas émis dans un état de plus en plus visqueux, et voyons quels phénomènes accompagnent le départ des gaz et des vapeurs qu'ils contiennent.

Le magma épanché à l'état le plus fluide que l'on connaisse est celui (basaltique) du Kilauea et du Mauna-Loa ; il coule presque comme de l'eau, sous forme d'un liquide opaque, à couleur orangée en plein jour. Cette émission n'est accompagnée d'aucune explosion violente : elle consiste dans la production d'un jet semblable à celui d'une fontaine, accompagné de vapeurs légères. On peut désigner ce type sous le nom d'*hawaïen*, comme l'ont proposé récemment MM. Friedlander et Agnilar³.

¹ Je saisis cette occasion pour remercier : les autorités civiles et militaires de Naples des facilités qu'elles ont bien voulu me donner, M. de Lalande, Consul général, et M. Milon de Peillon, Vice-consul de France ; mes collègues : M. Matteucci, Directeur de l'Observatoire du Vésuve, et M. Mercalli, Professeur au Lycée de Naples, pour le bon accueil qu'ils m'ont fait et les utiles informations qu'ils m'ont fournies.

² La Montagne Pelée et ses éruptions, Paris, 1904. Voir aussi Rev. génér. des Sciences, 15 avril 1905.

³ Bollet. Soc. Natural. Napoli, t. XIX, 1905.

La fluidité du magma basaltique du Stromboli est encore très grande au moment des éruptions, bien que moindre que dans le cas précédent. Des dégagements gazeux déterminent de violentes explosions, lançant dans l'espace des portions de magma pâteux, qui tantôt retombent sur les bords du cratère, imparfaitement consolidées, et s'y aplatissent comme de la bouse de vache, tantôt planent dans l'air et retombent sous forme de scories, qui, quelles que soient leurs dimensions (blocs ou fines poussières), sont limitées par des surfaces fondues. Les fragments de roches déjà consolidées, englobés par le magma, servent de centre à ces bombes à structure piriforme (fig. 2), données dans tous les traités de Géologie comme type des bombes volcaniques, alors qu'en réalité elles ne constituent qu'un cas parti-



Fig. 1. — Explosion strombolienne au cône terminal du Vésuve. (Phot. Mercalli.)

culier de celles-ci. Je désigne avec M. Mercalli ce type d'explosions sous le nom de *strombolien*⁴.

Les projections stromboliennes, vues de près, sont incandescentes, souvent même en plein jour, ainsi que j'ai pu le constater⁵, en septembre 1905, sur les bords du cratère du Stromboli. La nuit venue, elles constituent d'admirables gerbes de feu. La vapeur d'eau y est souvent à peine apparente; quand elle est visible, elle forme des volutes blanches, peu épaisses (fig. 1).

Un type tout différent est celui qui a été réalisé, en 1888-1889, à Vulcano et que, pour cela, M. Mercalli, a proposé de désigner sous le nom de *vulcanien*. Il se produit quand, au moment de l'explosion, le magma est très visqueux, ou même totalement

consolidé. Dans le premier cas, les bombes ont la structure en *croûte de pain* (fig. 3), avec centre ponceux et périphérie vitreuse; dans le second, elles sont formées par des blocs anguleux qui, au cours de leur refroidissement, peuvent se fissurer



Fig. 2. — Bombes stromboliennes. Volcan basaltique de Gravenoire (Puy-de-Dôme).

par retrait. Les nuées des projections vulcaniennes sont constituées par des volutes très denses, opaques, grises ou noires, à contours extrêmement nets (fig. 4); elles sont sillonnées d'éclairs, quand elles sont particulièrement épaisses. Les matériaux solides qu'elles transportent, quelles que soient leurs dimensions, sont formés par des fragments ou par de la poussière de roche entièrement consolidée.

Des exemples parfaits de nuées vulcaniennes sont

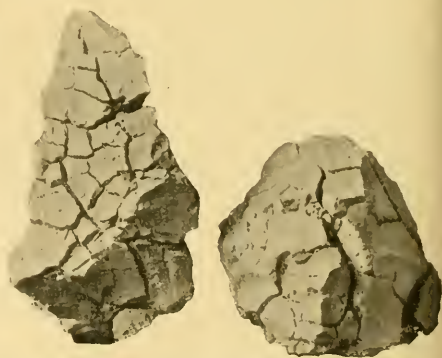


Fig. 3. — Bombes vulcaniennes (en croûte de pain à droite). Andésite de la Montagne Pelée (1902).

fournis par les éruptions des volcans de Vulcano, (trachytique), de la Montagne Pelée (andésitique); nous allons en rencontrer d'autres dans l'éruption récente du Vésuve (leucitique).

Cette notion d'explosions *stromboliennes* et *vulcaniennes*, pour n'avoir pas été jusqu'à ces dernières années nettement codifiée, a cependant été depuis

⁴ Bollet. Soc. Sismol. italian. Modena, t. XII, 1901. Ce terme *strombolien* est donc pris ici dans un sens différent de celui (activité explosive modérée) qu'avait proposé Ch. Sainte-Claire Deville, qui l'a employé le premier, en se basant sur une conception imparfaite du dynamisme du stromboli.

⁵ A. Lacroix : C. R., t. CXXI, 1905.

longtemps indiquée; c'est ainsi, en particulier, qu'au cours de l'éruption de l'Etna en 1863, M. Fouqué a insisté⁴ sur ce que certains cratères lançaient de la lave liquide, incandescente en plein jour, avec vapeurs presque incolores, alors que d'autres projetaient uniquement des matériaux solidifiés et un épais mélange de vapeur d'eau et de cendres.

Enfin, il est nécessaire de considérer à part une variété de ce type vulcanien, que j'appellerai *péléenne*; elle en diffère essentiellement en ce que la proportion des matériaux solides entraînés par la nuée est beaucoup plus considérable que dans le

cas précédent, de telle sorte que celle-ci, au lieu de s'élever de bas en haut, comme dans le type vulcanien, *descend* sur les flancs du volcan, coule ou roule à la surface du sol avec une vitesse accélérée.

Tantôt, comme dans les éruptions de Saint-Vincent (1902) et les petites éruptions de la Montagne Pelée, sa mise en mouvement sur les flancs du volcan est essentiellement le résultat de l'action de la pesanteur seule; tantôt, comme dans les grands paroxysmes de la Montagne Pelée, la nuée suivant dès l'origine la direction de haut en bas) est dirigée

à la fois par une projection initiale et par la pesanteur, agissant dans le même sens. Une nuée *péléenne* est, en outre, animée d'un mouvement ascensionnel (dû à la dilatation de la vapeur d'eau,

mais celui-ci est d'origine secondaire et, par suite, sa direction n'est pas la même que celle (*descendante*) de propulsion; la nuée s'élève verticalement, en même temps qu'elle roule sur le sol.

J'emploie la dénomination de nuée *péléenne* comme plus générale que celle de *nuée ardente*, parce qu'on peut concevoir de semblables nuées à une température inférieure à celle qui a caractérisé les éruptions des Antilles, bien que la haute température joue sans doute un rôle important dans le mécanisme de la marche de la nuée et dans la stabilité de l'émulsion des matériaux solides dans la vapeur d'eau qui la caractérise.

Ces divers types d'explosions présentent entre eux de nombreux termes de passage; ils constituent une série continue. Il serait facile d'y multiplier les divisions, mais elles paraissent inutiles, et il suffira,

pour être compris, de qualifier, quand cela sera nécessaire, d'*explosions mixtes* celles qui seront intermédiaires entre les types principaux et de spécifier entre lesquels.

II. — SUCCESSION DES PHÉNOMÈNES DE L'ÉRUPTION.

L'éruption récente a été longuement préparée.

En avril 1905,

l'activité explosive du volcan augmente; dans le fond du cratère,

profond d'environ 80 mètres, s'élève un petit cône, qui, grâce aux explosions stromboliennes, se suc-



Fig. 4. — Explosion vulcanienne s'élevant du cratère de Vulcano (1889). Phot. Silvestri, communiquée par M. Friedlander.



Fig. 5. — Nuée *péléenne* (nuée ardente) descendant du cratère de la Montagne Pelée (1902). Hauteur : 2.000 mètres.)

⁴ C. R., 1. LX, 1863, p. 543.

⁴ La Montagne Pelée et ses éruptions. La figure 5 est la reproduction de la planche IX de cet ouvrage.

heures. C'est cette même bouche et une autre plus élevée qui, le 7, à 10 h. 45 du soir, ont commencé à livrer passage à l'afflux considérable de lave liquide qui est venu porter la dévastation dans la plaine. En même temps s'ouvrait plus à l'Est une nouvelle bouche plus rapprochée de la Somma (à environ 750 m. d'altitude) ; elle a fourni une coulée qui s'est dirigée du côté de Terzigno, sans causer de dommages, car elle s'est épanchée sur la lave de l'éruption de 1850 ; mais il n'en a pas été de même pour la coulée issue de Cognoli : elle a quitté bientôt les vieilles laves, s'est avancée dans les cultures, puis dans la région habitée, a renversé ou enseveli une partie du bourg de Boscotrecase et, le 8 avril, à 4 heures de l'après-midi, s'est arrêtée à quelques mètres seulement de la porte du cimetière de Torre Annunziata. Les habitants, à l'exception

par des fumerolles dont il sera question plus loin ; ces fumerolles se trouvent peut-être sur la bouche de sortie d'une petite coulée de lave, qui a été signalée dans cette partie de la montagne, mais dont je n'ai pas vu de traces certaines sous l'épais manteau des produits de projection qui recouvraient le sol au moment de mes explorations.

Le paroxysme n'a pas consisté seulement dans ces épanchements de lave ; le soir du 7, vers 4 h. 30, de violentes détonations se sont fait entendre jusqu'à Naples ; les projections stromboliennes incandescentes ont augmenté progressivement d'intensité de 8 heures à 10 h. 45 ; elles se sont élevées à près de 2 kilomètres au-dessus du cratère¹, se succédant à de si brefs intervalles qu'elles semblaient continues et donnaient l'illusion de véritables fontaines de feu. D'après M. Mercalli, qui était en observation à Torre Annunziata, le sommet du



Fig. 7. — Le Vésuve et la Somma vus du Forum de Pompéi en octobre 1905.



Fig. 8. — Le Vésuve et la Somma vus du Forum de Pompéi le 5 mai 1906.

de 3, avaient pu se sauver à temps et l'on a eu à déplorer surtout des désastres matériels ; je n'insisterai ni sur les scènes dramatiques, ni sur la panique, ni enfin sur les actes de dévouement qui ont signalé cette catastrophe. Cette grande coulée a une longueur maximum de 5 kilom. 5, une largeur moyenne de 300 mètres.

Notons enfin que cette même bouche de Cognoli a donné, dans la nuit du 10 au 11, une dernière coulée qui n'a pas atteint Boscotrecase.

En résumé, la sortie des laves s'est effectuée dans la région Sud du cône, par des ouvertures successives, situées de plus en plus bas² et de plus en plus vers l'Est. Elles correspondent à une série de fissures, entamant les flancs Sud et Sud-Est du cône ; leur trace est jalonnée sur le flanc Nord-Est

cône, sur une hauteur de 2 ou 300 mètres, était recouvert d'une couche continue de matériaux incandescents, d'où se détachaient sans cesse des blocs roulant plus bas³.

Vers 10 h. 45, au moment où la bouche de Cognoli devenait plus active, le cratère sembla se calmer pendant quelques minutes, puis, subitement, son activité devint plus grande que jamais. A minuit 31, puis à 2 h. 40, une grande détonation et une secousse de tremblement de terre furent constatées dans toutes les communes vésuviennes ; elles correspondent, suivant M. Mercalli, aux phases d'effondrement principal du cône ; c'est le maximum du paroxysme, qui, de strombolien, était devenu

¹ Des projections stromboliennes ont été aussi constatées aux bouches d'où sont sorties les diverses coulées de lave de cette éruption.

² Pendant l'éruption, M. Matteucci est resté à l'Observatoire vésuvien dont il a la direction : ses observations n'ont pas encore été publiées ; elles seront certainement fort intéressantes en raison de la proximité de l'Observatoire et du cratère.

³ D'après M. Mercalli, le 8, entre 2 h. 30 et 5 heures du matin, alors que les bouches de Cognoli fonctionnaient activement, la bouche de 800 mètres s'est rouverte. Ce fait remarquable est la conséquence de l'afflux d'une quantité considérable de magma montant dans le canal souterrain à une altitude supérieure au point d'écoulement le plus bas.

vulcanien, les projections étant de moins en moins incandescentes, puis s'assombrissant complètement.

A ce moment, une énorme quantité de lapilli, mélangés de quelques blocs, fut rejetée vers le Nord-Est, couvrant un secteur qui s'étend de San Anastasia jusqu'au delà de Terzigno (fig. 6), avec Ottajano pour centre. Cette chute de lapilli a fait presque toutes les victimes de l'éruption; elle a anéanti de nombreuses vies humaines et causé des désastres matériels considérables.

Il semble que le maximum explosif ait à peu près coïncidé avec le maximum effusif.

La projection de lapilli dans la direction d'Ottajano n'a duré que quelques heures, mais, en même temps et pendant toute la journée du 8 et les jours suivants, des explosions vulcaniennes très violentes se sont succédé dans le cratère, rejetant des produits solides sur le cône; les nuages très épais qui s'en élevaient, transportés par le vent dans des directions variées¹, rendaient l'obscurité souvent presque complète sur les flancs du volcan (notamment le 9 à 3 heures du soir entre Resina et Torre Annunziata). La condensation de la vapeur d'eau entraînant la poussière a donné parfois (entre le 8 et le 10 notamment), aux environs de Torre del Greco en particulier, de véritables pluies de boue.

Ces projections vulcaniennes, d'abord continues et très violentes, ont peu à peu diminué d'intensité, puis elles se sont produites à des intervalles de plus en plus éloignés. Quand j'ai quitté Naples, vers le milieu de mai, des journées entières se passaient sans que le volcan donnât signe notable d'activité; puis, brusquement, une ou deux violentes poussées envoyaient dans l'espace d'épaisses volutes de vapeur d'eau chargées de cendres, rappelant celles d'avril; le cratère rentrait ensuite dans un calme parfait, qui a persisté depuis lors.

Pendant les quelques jours qui ont suivi le paroxysme du 8, les flancs de la montagne ont été constamment enveloppés par un épais nuage de cendres; quand il s'est dissipé, on a pu constater que la forme du sommet de la montagne s'était profondément modifiée (fig. 7 et 8), par suite de la décapitation du cône (accompagnée de l'élargissement et de l'approfondissement du cratère). C'est ce phénomène qui a fourni l'énorme quantité de matériaux solides rejetés par les explosions vulcaniennes.

La période paroxysmale a été, en outre, caractérisée par la production d'*avalanches sèches*, alimentées par les matériaux rejetés sur les flancs du cône, par de fréquents *mouvements du sol*, par

des *phénomènes électriques*, extrêmement intenses; elle a été suivie par l'apparition de *torrents boueux*, souvent dévastateurs, par celle de *mofette*.

Les principaux phénomènes de l'éruption vont maintenant être successivement étudiés plus en détail.

III. — LES ÉPANCHEMENTS DE LAVE.

Les coulées des magmas basiques présentent un aspect fort différent, suivant la température et la vitesse auxquelles elles sont émises. Deux types ont été depuis longtemps décrits dans bien des volcans et particulièrement au Vésuve.

Les grands courants épanchés rapidement, à haute température et par suite dans un état de grande fluidité, ont une surface hérissée de blocs scoriacés, à aspérités très aiguës. Quand, au contraire, le magma coule lentement, la surface de la coulée s'étire, se fronce, puis, lorsque la limite d'élasticité est dépassée, elle se brise, laissant baver par la cicatrice la partie interne, encore pâteuse, aux dépens de laquelle se renouvelle le même phénomène; telle est l'origine des laves à surface unie, des laves plissées et cordées. Leur marche est silencieuse, tandis que les autres s'avancent avec un bruissement caractéristique, produit par le cliquetis des blocs s'entre-heurtant.

Ce qui a été dit plus haut de l'éruption fait comprendre pourquoi les grandes coulées de 1906 appartiennent essentiellement au premier type. Lorsque j'ai visité Boscotrecase, six jours après le paroxysme, il n'y avait plus aucune observation à faire sur leur marche; la lave était cependant encore incandescente par places, et, jusqu'au 24 avril, il était possible de trouver, dans le voisinage du bourg dévasté, quelques cavités au fond desquelles brillait la lave encore rouge.

Les observations que j'avais faites en 1903 m'ont été précieuses, en me permettant de mieux comprendre les causes des particularités qui se voient dans les champs de lave de Boscotrecase.

Le 3 octobre, au soir, guidé par M. Matteucci, j'étais monté jusqu'à l'un des points de sortie de la lave, s'épanchant des flancs du cône du volcan. Ce n'était point la fissure elle-même, mais un tunnel de lave, situé un peu au-dessous. L'ouverture avait un peu plus d'un mètre carré; le magma incandescent² en sortait rapidement, avec une vitesse de six mètres à la minute et avec une pression suffisante pour former un bombement très marqué au-dessus de la bouche d'émission. Il constituait un ruisseau rectiligne, descendant sur la

¹ En particulier à Naples du 8 au 14 avril (chute maximum le 12, vers 8 heures du matin).

² La surface de cette lave, examinée avec un spectroscopie à vision directe, donnait un spectre continu.

pente très raide du cône. Pendant les vingt-cinq premiers mètres environ, sa surface était étirée dans le sens de l'écoulement. La fluidité était assez grande pour qu'il fût possible d'enfoncer facilement un bâton dans la lave en marche; mais de gros blocs de roches lancés sur cette masse en mouvement ne s'y enfonçaient pas: ils s'y soudaient seulement d'une façon assez solide pour être entraînés par le courant et s'y maintenir malgré l'inclinaison de la pente. Au delà des vingt-cinq premiers mètres, on voyait apparaître, à la surface, des scories solidifiées, aussitôt entraînées sur les bords, où elles formaient une moraine; celle-ci augmentait rapidement d'épaisseur, limitant de plus en plus la partie centrale, libre de scories, qui, à une centaine de mètres au-dessous du point de départ, était entièrement cachée; la surface de la coulée était alors uniformément recouverte par un train de scories incandescentes et fumantes.

La lave s'écoulait sans projection, sans effort, d'une façon continue; mais, à un moment donné, nous vîmes sortir de l'orifice un énorme caillot qui émergea tout d'abord à moitié, puis, entraîné par le courant, s'enfonça à nouveau dans le magma en marche, laissant derrière lui un bonnrelet qui, de circulaire, ne tarda pas à se déformer et à se confondre peu à peu avec les stries d'étirement de la lave ambiante; c'était là une grosse enclave de lave antérieure, une de ces pseudo-bombes dont il sera question plus loin.

Cette coulée descendait vers le Colle Umberto, au pied duquel elle s'étalait en un lac de feu. C'était un spectacle admirable que celui de ce torrent incandescent et des projections stromboliennes, dont les gerbes embrasées d'un rouge vif s'élevaient du cratère au-dessus de nos têtes, illuminant la nuit noire, alors qu'à nos pieds, tout à fait dans le lointain, brillaient, comme autant de petites étoiles à lumière blanche, les lampes électriques de la ville de Naples!

Pour parvenir à ce point de sortie de la lave, nous avions dû grimper sur la coulée des jours précédents, en suivant de préférence le lit refroidi de ruisseaux de lave d'origine semblable à celui qui vient d'être décrit; mais ils consistaient en rigoles à fond plat, bordées par un rebord à parois verticales; quand, en effet, l'afflux de lave cesse brusquement, le niveau s'abaisse au milieu du courant, en donnant naissance à ces canaux, dont les rebords latéraux rappellent ceux des torrents boueux dont il sera question plus loin.

Au début de septembre 1905, j'avais étudié le front d'une coulée, ayant à peu près le même point de départ que la précédente, mais se dirigeant fort lentement vers la voie du funiculaire, qu'elle devait couper quelques jours plus tard. Elle avait, elle

aussi, une surface scoriacée, et était parcourue par de petits ruisseaux de lave étirée. J'ai été frappé, en regardant la surface de cette coulée, d'aussi près que le permettait le rayonnement, de voir que, non seulement il s'en détachait continuellement des fragments de scories, mais encore une véritable poussière de petits débris, qui sautillaient, en crépitant sous l'influence du refroidissement. Leur accumulation déterminait, sur la surface du front de la coulée, un dépôt cinériforme, analogue à celui que j'ai vu bien souvent sur les coulées basaltiques d'Auvergne, et qui, au premier abord, pourrait être regardé comme résultant de projections verticales.

Revenons maintenant à la lave de 1906; on y distingue en grand les particularités qui viennent d'être indiquées dans celle d'octobre 1905. Je



Fig. 9. — Aspect fragmentaire de la coulée enveloppant une maison de Boscorecase.

ne me suis pas attaché à en délimiter les contours, ni l'étendue, car les géologues de Naples ne manqueront pas de le faire bientôt avec précision¹.

Les figures 9 et 13 montrent l'aspect caractéristique des champs laviques de Boscorecase, hérissés de blocs scoriacés aux formes étranges, par places stalactiformes; çà et là, la monotonie est rompue par quelque aspérité plus élevée, due au dégagement d'une grosse bulle de gaz, ou par de grandes dalles brisées par retrait et chavirées dans la marche en avant de la lave sous-jacente. De loin en loin, se trouvent des fissures plus ou moins profondes ou des ruisseaux de lave étirée.

Parmi les blocs de la surface, abondent des masses globulaires, à écorce compacte et centre

¹ D'après l'évaluation de M. Mercalli, le volume des coulées de 1906 serait à peu près le même que celui des coulées de l'éruption de 1872, soit 20.000.000 de mètres cubes. C'est un peu plus que la quantité de lave qui, pendant l'éruption de la Montagne Pelée, a fait extrusion du sommet du dôme sous la forme de l'aiguille, constamment démolie par les explosions au cours de son ascension.

d'ordinaire scoriacé, qui ont été souvent décrites comme des bombes, alors qu'elles ne sont en réalité que des débris, fragments souvent rubéfiés de vieilles laves, charriés par le magma, à la façon du bloc dont j'ai suivi la sortie dans la coulée d'octobre 1905. Ces pseudo-bombes, dont la véritable



Fig. 10. — Front de la coulée de lave, arrêtée dans une rue de Boscotrecase.

nature a été indiquée par Palmieri⁴ à la suite de l'éruption de 1872, et que Dana a rencontrées dans les coulées à surface fragmentaire d'Hawaï, ne manquent pas dans celles des basaltes du Massif central de la France. En outre de ce type particulier d'enclaves, j'ai recueilli aussi à Boscotrecase des fragments anguleux de leucotéphrites, très cristallines, semblables à celles qui abondent parmi les produits rejetés par les grandes explosions.

Les laves des 6-8 avril sont descendues en cascades des bouches de Cognoli, suivant la ligne de plus grande pente, ne s'y accumulant pas grâce à leur grande fluidité, s'engouffrant dans les ravins, dont les parois, lorsqu'ils n'ont pas été comblés, sont aujourd'hui enduites de lave (près de l'Oratorio), remplissant les dépressions peu profondes du sol, formant, quand la topographie le permettait, de petits courants secondaires, qui se réunissaient ensuite au cours principal du ravin, en isolant ainsi des îlots de verdure intacts.

Dans les parties hautes, le courant est très distinct, uni à la partie centrale, bordée par deux moraines couvertes de blocs.

Les bords et le front de la coulée, près de Boscotrecase, dans les parties relativement planes, sont constitués par un talus, haut localement de plusieurs

mètres, finissant brusquement au milieu des vignes ou contre les habitations.

Il est intéressant de voir comment la lave s'est comportée dans la région cultivée et habitée de Boscotrecase, en présence des obstacles variés qui se sont rencontrés sur son chemin. Des routes, garnies de murs, orientées perpendiculairement à la direction de plus grande pente, ont été coupées; parfois, le courant embrasé s'est avancé de quelques mètres dans la direction transversale. Quand, au contraire, la route rencontrée était parallèle ou peu oblique à la direction de propagation de la lave, celle-ci s'est engagée entre les murs, s'y est endiguée; de même, on la voit arrêtée au milieu de certaines rues de Boscotrecase, aujourd'hui barrées par une haute muraille lavique (fig. 10).

La voie du chemin de fer circumvésuvien a fourni à la marche de la lave des obstacles ou des facilités spéciales; elle ne se trouve pas toujours en terrain plat; localement, elle est établie sur un haut talus ou court dans de profondes tranchées.

Arrivée contre les talus, la lave s'y est accumulée; dans plusieurs endroits, elle a pu franchir l'obstacle, se figer sur lui ou s'écouler en cascades sur le côté opposé (fig. 11). Lorsqu'elle a rencontré des ponts, elle s'y est engouffrée.

Là où la voie est en tranchée, la matière fondue s'y est engagée comme dans les rues bordées de murs, la remplissant entièrement. La figure 12 représente un exemple de ce genre, dans lequel la lave est, en outre, passée sous un pont et s'est



Fig. 11. — La coulée de lave sur la voie du Circumvésuvien.

arrêtée juste à temps pour l'épargner, le soulevant légèrement. Par sa consolidation, elle a formé une sorte de chaussée, d'une régularité parfaite, surplombant de quelques décimètres, sans jamais se déverser sur eux, les champs voisins, dont la végétation est intacte. A 200 mètres du front de cette coulée, ainsi endiguée, la voie arrive sur une surface plane, qui a été traversée

⁴ La conflagrazione vesuviana del 26 aprile 1872. *Atti R. Accad. Scienz. Napoli*, t. V, 1872, p. 46.

par une autre ramification de la même lave. A son voisinage, les deux rails ont subi une déviation symétrique, due sans doute à leur dilatation plutôt qu'à une action mécanique.

Suivant leur situation topographique, les maisons de Boscotrecase ont été renversées, contour-



Fig. 12. — Coulée de lave ayant rempli la tranchée du Circumvésuvien sans déborder à l'extérieur.

nées, ou envahies. Dans le premier cas, il n'est rien resté de certaines d'entre elles : leurs débris ont été ensevelis ou emportés ; d'autres ont été coupées comme à l'emporte-pièces ; une partie de la construction est encore debout, le reste a disparu.

Dans certaines maisons envahies par la lave, le courant a pénétré par toutes les ouvertures dirigées du côté de la montagne (portes, soupiraux de caves, fenêtres) ; il était assez fluide pour remplir les chambres, les cours et pour s'y mouler. On peut voir une maison dans l'escalier de laquelle la lave s'est engagée, mais s'est arrêtée au milieu d'un étage.

Quant aux maisons situées en contre-bas, elles ont été parfois entièrement ensevelies sous la lave, alors que l'on voit encore émerger la toiture de quelques autres (fig. 13).

A peine est-il besoin de dire que, si la surface de la coulée, ayant envahi ces habitations, était assez refroidie au bout de quelques jours pour qu'il fût possible d'y circuler sans gêne, les pièces non comblées, suprajacentes, étaient à une température étouffante.

La faible conductibilité calorifique de la lave explique pourquoi tous les objets combustibles de ces maisons n'ont pas partout immédiatement flambé ; mais la carbonisation des charpentes, des portes, se poursuivait lentement, alimentant, autant que les vapeurs émanées du magma lui-même, les cheminées, les tuyaux de conduite des gouttières, qui fumaient avec une grande activité ou laissaient dégager des courants d'air chaud : ce

n'était point là un des moins curieux spectacles qu'on pouvait voir à la surface de cette coulée de lave. Les sublimations de salmiac abondaient sur les murs.

C'est encore à cette faible conductibilité de la lave qu'est due la persistance, au milieu d'elle, d'arbres à peine carbonisés à leur base, au niveau de l'écorce, protégés par une croûte continue, qui s'était rapidement figée à leur contact : des faits de ce genre sont observés toutes les fois qu'une coulée très fluide s'épanche sur un terrain boisé : l'éruption de l'Etna en 1865 en a fourni de beaux exemples ; mais ici, le phénomène était particulièrement frappant, parce que, la coulée étant éloignée du centre éruptif et par suite des projections du cratère, les pins, malgré la blessure mortelle de leur tronc, étaient restés parfaitement verts et ne paraissaient avoir aucunement souffert.

Il sera fort intéressant plus tard, lorsque la lave sera entièrement refroidie, de faire quelques recherches minéralogiques dans les maisons qu'elle a noyées. Après la grande éruption de 1791, des fouilles effectuées¹ dans des maisons de Torre del Greco, ensevelies de la même façon, ont en effet mis en évidence des productions curieuses de minéraux, effectuées aux dépens de divers objets : dévitrification du verre, cristallisation de l'argent, du zinc et du cuivre (provenant d'objets de laiton), cristallisation de pyroxène contre les murs de l'église, etc. Il est bien vraisemblable, en outre, que l'on y rencontrera des transformations ou des néoformations de silicates, du genre de celles que j'ai



Fig. 13. — Maisons de Boscotrecase ensevelies par la lave. Les personnages sont sur un toit.

trouvées² parmi les produits de l'incendie de Saint-Pierre ; elles tireront un intérêt tout spécial de la nature leucitique du magma. Les débris de constructions que j'ai observés en enclave dans la lave avaient été enveloppés trop près de la surface

¹ BREISLAK : *Voyages physiques et lithologiques dans la Campanie* (trad. Pommereuil), t. 1, p. 278. Paris, 1801.

² *La Montagne Pelée et ses éruptions*, p. 618.

pour pouvoir présenter des phénomènes de cet ordre.

En terminant, je ferai remarquer combien est frappante l'analogie que présentent toutes les particularités et singularités¹ de la marche des coulées de lave, avec celles des coulées épaisses des torrents bœux; ce qui s'explique aisément, d'ailleurs, puisque, dans les deux cas, elles sont la conséquence d'une même propriété, de la fluidité imparfaite de la masse en mouvement, due dans un cas à la température et dans l'autre à la présence de l'eau.

IV. — LES PHÉNOMÈNES EXPLOSIFS.

J'ai indiqué dans le chapitre II quel a été l'ordre de succession des explosions stromboliennes et vulcaniennes.

§ 1. — Les explosions stromboliennes.

Les premières n'ont présenté aucune particularité spéciale, sauf leur intensité pendant le paroxysme de la nuit du 7 au 8 avril, au cours de laquelle elles ont cessé, quand le canal central du volcan a été entièrement vidé par la production de la grande coulée, issue de la bouche de 600 mètres, puis obstrué. Elles ont fourni des bombes, des scories très vitreuses, dont les plus légères, projetées jusque vers l'Observatoire, étaient remarquablement friables et légères. Leur forme étirée et leur structure intime attestent la grande fluidité du magma au moment de leur projection. De ces produits, je n'ai vu que ceux que je dois à l'obligeance de MM. Matteucci et Mercalli. A mon arrivée, en effet, ils étaient complètement recouverts par les matériaux des explosions vulcaniennes, dans lesquelles, au contraire, réside, à tous égards, l'intérêt capital de l'éruption.

§ 2. — Les explosions vulcaniennes.

Au point de vue morphologique, les nuées de ce type d'explosions ont présenté les traits caractéristiques esquissés plus haut (fig. 14) : énormes colonnes, se développant à plusieurs milliers de mètres au-dessus du cratère, formées de volutes épaisses, grises ou noires. Sillonées d'éclairs, accompagnées de détonations formidables, lors du paroxysme, elles s'emboîtaient précipitamment les unes dans les autres, à la façon des bouffées sortant à chaque coup de piston d'une machine à vapeur sous forte pression. Les jours suivants, leur ascension était moins rapide; elles s'élevaient avec ma-

jesté, en roulant les unes sur les autres; plus tard, elles montaient avec lenteur, puis restaient pendant quelques minutes comme suspendues au-dessus du cratère, qu'elles remplissaient de leur masse puissante, jusqu'au moment où elles étaient dispersées par le vent.

Dans aucun cas il ne s'est produit de nuées suffisamment denses pour affecter la forme péléenne; mais, de la base de ces nuées vulcaniennes, on voyait descendre des avalanches de matériaux solides. Bien souvent, dans les jours qui ont suivi le paroxysme, nous avons passé des heures en observation à guetter les nuées qui, partant du cratère, restaient immobiles sur ses bords, affectant



Fig. 14. — Explosion vulcanienne au cratère. Cendres blanches modelées par le vent. (Phot. Brun.)

parfois un léger mouvement de descente qui n'a jamais été complet. Il semble que, dans ces cas, il eût suffi d'une densité un peu plus grande pour déterminer la production de nuées péléennes.

Les explosions vulcaniennes n'ont pas été simplement l'un des plus imposants spectacles de la Nature que l'on puisse voir; elles ont eu une multiple action: elles ont creusé une profonde caldeira, — accumulé sur ses bords une masse énorme de matériaux solides de toutes dimensions, aux dépens desquels se sont produites les avalanches sèches, — déterminé à assez grande distance le désastre d'Ottajano et de San Giuseppe, — enfin, lancé dans l'espace une quantité considérable de fine poussière, qui a couvert toute la masse du volcan d'une couche assez épaisse, — a causé de graves dommages aux cultures et enfin a été entraînée par le vent à d'énormes distances du Vésuve.

¹ La maison envahie par la lave, dont il a été question plus haut, m'a rappelé en particulier le presbytère du Précheur (Martinique), traversé de part en part par un courant bœux qui avait laissé un énorme quartier de rocher coincé dans sa porte de so tie.

Ce sont ces différents phénomènes qui vont successivement m'occuper.

1. *Formation d'une caldeira.* — On a vu plus haut qu'au début d'avril, non seulement l'ancien cratère a été entièrement remblayé, mais encore



Fig. 15. — Le cône terminal modifié par l'éruption.

qu'il s'y est édifié un petit cône, élevant de plusieurs mètres l'altitude du sommet de la montagne (1335 mètres, d'après M. Mercalli).

Les explosions vulcaniennes du 4 avril ont commencé la démolition de ce petit cône éphémère; elle a été suivie par le démantèlement du sommet du vieux cône lui-même; enfin, le paroxysme du 8 et les explosions qui l'ont suivi ont creusé dans celui-ci le vaste gouffre qui constitue le cratère actuel. Bien qu'aucune observation directe n'ait pu être faite, de près, sur les différentes phases de ce creusement, il n'est guère douteux qu'il n'ait constitué une opération complexe: 1° évacuation complète du magma neuf, remplissant le canal central du cône (par projections stromboliennes et surtout par production des coulées latérales); 2° ébranlement, démantèlement des parois de celui-ci, puis élargissement par les grandes explosions; 3° effondrement entraînant dans la cavité, ainsi produite, toute la cime de la montagne; 4° projection à l'extérieur de la plus grande partie de ces matériaux éboulés.

On comprend fort bien pourquoi les explosions de cette phase de l'éruption ont été vulcaniennes; par suite de l'interruption de la communication libre du magma avec l'extérieur et de l'enfouissement de la cicatrice profonde sous les matériaux éboulés, les explosions se sont faites en milieu solide, comme celles d'un volcan à lave très visqueuse, dans lequel chaque explosion doit, pour venir à la lumière, entraîner, avec grand effort, des portions presque solidifiées de magma ou rompre une carapace entièrement consolidée. Mais, dans

le cas qui nous occupe, la masse à soulever n'était pas constituée surtout par du magma neuf; elle était essentiellement formée par des débris anciens.

Les grands traits de la structure actuelle du cratère devaient être acquis à la fin de la nuit du 8 avril, au cours de laquelle a dû se produire le principal effondrement ou la succession des principaux effondrements du sommet du cône; mais les explosions vulcaniennes, qui se sont répétées pendant les jours suivants, ont accentué le phénomène et ont achevé de rejeter au dehors de la cavité nouvelle les produits qui l'obstruaient en partie.

La première ascension des bords du cratère, que nous avons effectuée (par le Sud-Ouest) le 26 avril, ne nous a fourni aucun résultat intéressant; à ce moment, les dégagements gazeux le remplissaient complètement; c'est seulement le 3 mai que nous avons pu fructueusement l'étudier; il était alors presque entièrement libre de vapeurs.

Sa section est presque circulaire; elle mesure 640 mètres (Nord-Sud) \times 650 mètres (Est-Ouest); sa profondeur paraît être d'au moins 300 mètres¹. Ses parois sont presque verticales, sauf au voisinage de la surface, où elles constituent un talus fort raide, et à leur partie inférieure, où elles se terminent en entonnoir, dont le fond est en partie caché par des fumerolles.

La crête, très ébouleuse, est irrégulière et généralement taillée en sifflet à arête tranchante. Son

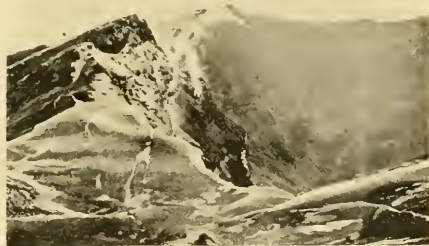


Fig. 16. — Le cratère près de l'échancrure Nord-Est, le 3 mai.

altitude est très variable suivant les points considérés: le côté le plus élevé se trouve au Nord-Ouest; le plus bas consiste en une profonde entaille, située

¹ Ces nombres résultent des mesures précises qu'a bien voulu me communiquer M. de Loczy, le savant professeur de Géographie de l'Université de Budapesth, avec qui j'ai eu le plaisir de faire plusieurs excursions au cours de cette campagne.

au Nord-Est et faisant face à l'arête de la Somma, comprise entre la Punta di Nasone et Cognoli di Ottajano. Cette entaille, longue d'environ 80 mètres, consiste en un palier relativement plat (fig. 17), de quelques mètres de largeur, très fissuré et qui ne tardera sans doute pas à s'effondrer dans le cratère.

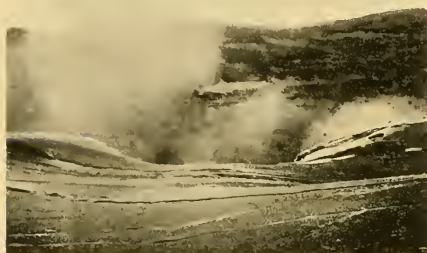


Fig. 17. — Le cratère et le rebord de l'échancrure, le 3 mai.

Cette échancrure domine les fumerolles, qui jalonnent la fissure Nord-Sud, dont il a été question page 885. D'après les mesures de M. de Loczy, la partie la plus élevée des bords du cratère était à 1.232 mètres. Si l'on admet l'altitude antérieure de 1.335 mètres, l'abaissement minimum du sommet de la montagne a donc été de 103 mètres. L'altitude de l'échancrure étant d'environ 1.155, l'abaissement maximum a été de 180 mètres. Il est à noter que ces dimensions se modifient chaque jour : le cratère s'agrandit, en effet, continuellement par l'écroulement de ses bords, même depuis qu'il ne se produit plus d'explosions¹. C'est par le même mécanisme que j'ai vu s'élargir rapidement la vieille caldeira de la Montagne Pelée.

Notons enfin que les parois verticales montrent, dans d'admirables coupes, des alternances de lits de conglomérats ou de cendres et de coulées, traversées par des filons verticaux ou obliques, qui caractérisent l'anatomie interne du cône du volcan.

On voit, par les observations qui viennent d'être brièvement exposées, que le cratère de 1906 est remarquablement analogue à celui de l'éruption de 1822, tel que l'ont décrit Monticelli et Covelli²,

ainsi que Poulett Scrope³; mais ses dimensions sont moindres. A cette époque, en effet, son diamètre n'atteignait pas moins d'un mille; sa profondeur était estimée à 300 mètres par le dernier de ces savants et au double par Forbes. Le dessin qu'en donne Scrope met en évidence une profonde échancrure, qui entaillait son bord sud-est; elle était tout à fait l'homologue de celle dont il vient d'être question sur le bord nord-est du cratère; comme cette dernière, elle se trouvait sur le trajet des fissures, caractéristiques de l'éruption.

En résumé, le large et profond cratère qui vient de se creuser en quelques jours est une véritable caldeira, et les phénomènes qui lui ont donné naissance constituent pour un vulcanologue une admirable leçon de choses sur le mode de formation de ce genre d'appareil volcanique. Elle est d'autant plus instructive qu'elle ne constitue pas un trait exceptionnel de l'histoire du Vésuve. Si, en effet, le grand cratère de 1822 a été surtout étudié avec quelque détail, les récits qui ont été faits des éruptions de 1631, 1761, 1779, 1839, 1850, 1872 montrent que les mêmes phénomènes s'y sont reproduits, avec une intensité variée; ils constituent l'un des traits caractéristiques d'un type spécial des grandes éruptions vésuviennes sur lesquels je reviendrai tout à l'heure.

Parmi les volcans que j'ai plus particulièrement étudiés, la caldeira du Vésuve peut être comparée strictement à celle de la Soufrière de Saint-Vincent



Fig. 18. — Le cratère : photographie faite à droite de la précédente, le 3 mai. — Les figures 16 à 18, ajoutées bout à bout, fournissent à peu près le panorama du cratère vu de l'échancrure Nord-Est.

et à ce qu'était le cratère de la Montagne Pelée (Etang Sec) avant l'éruption de 1902. Les dimensions de la caldeira de Saint-Vincent sont à peu

¹ Le 29 mai, un éboulement très important s'est produit avec un grand fracas sur les bords du nord du cratère; il a été accompagné par une colonne de poussière, qui a été emportée par le vent vers le sud-ouest, c'est-à-dire sur Torre del Greco. (*Il Mattino*, Napoli, 30-31 mai.)

² *Storia dei fenomeni del Vesuvio, 1821-1822, et parte de 1823*. Napoli, 1823.

³ An Account of the eruption of Vesuvius, in October 1822. *Quarterly J. of Science, London*, t. XV, 1823 (175-183).

près celles du cratère du Vésuve après l'éruption de 1822, avec une profondeur plus grande. La caldeira de l'Etang Sec se rapprochait davantage, comme dimensions, du cratère actuel; mais, de plus, elle présentait avec celui-ci un trait commun de structure, sur lequel il importe d'insister; cette échancrure en V, qui a joué un rôle fatal dans la destruction de Saint-Pierre, est en effet l'équivalent de l'entaille ouverte par l'éruption récente, et autrefois par celle de 1822, dans les bords du cratère du Vésuve.

Il est intéressant de voir se reproduire dans des volcans différents¹ cette même particularité, qui est la conséquence de l'existence des fissures traversant le cône.

2. *Les avalanches sèches.* — Si l'on excepte les matériaux tombés sur Ottajano et ses environs, les produits, autres que la cendre fine, n'ont pas été rejetés à grande distance; ils sont restés localisés sur le cône du volcan. Les bords du cratère ont été recouverts, lors du paroxysme, par une couche de plusieurs mètres d'un mélange de blocs de toutes tailles (jusqu'à plusieurs mètres de diamètre), de menus fragments et de fine poussière. C'est aux dépens de ces matériaux, dont je discuterai plus loin la nature, que se sont produites des *avalanches sèches*², par deux mécanismes distincts, soit par projection directe du cratère, soit par décollement postérieur de matériaux déjà accumulés sur les pentes. Il est difficile de préciser l'importance relative de ces deux mécanismes, dont le second me paraît cependant avoir été prédominant.

Dans la phase de grande activité, en effet, on voyait les avalanches se détacher du sommet de la montagne; mais celui-ci étant entouré par les nuées volcaniennes s'élevant du cratère, il était impossible de préciser leur point de départ³.

Ces avalanches se distinguaient bien nettement d'une nuée ardente; elles roulaient à la surface du sol, suivies par une trainée de poussière légère, mais elles ne présentaient pas la gaine gazeuse, très dense, des nuées péleennes, conservant sa compacité, ses contours nets et fouillés, quand la nuée se dilatait verticalement, au cours de sa marche descendante.

Le mécanisme complet de la production des avalanches formées par décollement a été, au contraire, facile à suivre. Le profil du cône est irrégu-

lier; à une petite distance du sommet, sa pente s'accroît. C'est à ce niveau que se produisaient les décollements, soit par suite d'une simple rupture d'équilibre des matériaux entassés, soit sous l'influence des trépидations du sol déterminées par les explosions, soit enfin sous le choc des produits solides provenant de projections directes. Les matériaux, une fois en marche, progressaient avec la vitesse accélérée des avalanches de montagne⁴.

Les flancs du cône ont été profondément entamés par elles, et creusés de profonds couloirs; ceux-ci, une fois esquissés, ont servi de chemin facile aux produits se détachant sans cesse de la hauteur; il était particulièrement intéressant de voir les trainées de blocs et de poussière rouler avec rapidité sur leur thalweg, un même couloir

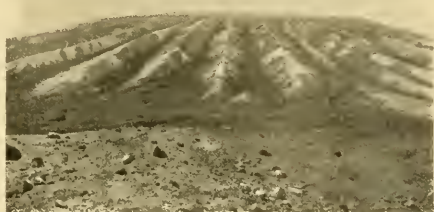


Fig. 19. — Barrancos creusés sur le flanc nord du cône terminal par les avalanches sèches. (Phot. prise du Colle Margherita.)

donnant naissance à plusieurs avalanches successives.

Dans l'étude de ces avalanches, j'ai eu l'occasion de constater, une fois de plus, la mobilité si parfaite possédée par la cendre fine et chaude, mobilité qui était si frappante à la Martinique, sur le trajet des nuées ardentes: elle me paraît augmenter avec la température.

Sur les flancs Ouest et Sud, ces couloirs ont une forme assez irrégulière, due sans doute à la structure compliquée du substratum et des matériaux qui le recouvrent; mais, sur les versants Nord à Est, regardant la Somma, où abondent les lapilli récents assez bien calibrés, ils possèdent une régularité géométrique. Ce sont de profonds *barrancos*, se détachant d'un collier continu qui

¹ Le bord de la caldeira de la Soufrière de Saint-Vincent présente aussi une partie plus basse, une sorte de brèche, dirigée vers la vallée de Larikai et qui peut être, dans une certaine mesure, comparée à cette entaille en V.

² A. Lacroix: *C. R.*, t. CXLII, p. 941 et 1244.

³ M. Franck Perret a publié Ragozino, éd., Naples: l'agrandissement d'une magnifique photographie, faite le 13 avril, où se voit une avalanche de ce genre.

⁴ La comparaison avec les avalanches de neige sèche s'impose d'une façon toute particulière. Deux alpinistes distingués, M. Brun et Fontaine, que j'ai rencontrés au Vésuve, sont de mon avis à ce sujet: ils m'ont fait remarquer toutefois qu'à la fin de leur course, ces avalanches de matériaux volcaniques paraissent s'étaler davantage que les avalanches de neige.

cercle les bords du cratère; ils sont séparés les uns des autres par des talus à arêtes aiguës, également espacés (fig. 19), et jettent un jour intéressant sur l'origine de ceux qui sillonnent les flancs



Fig. 20. — Brèche d'avalanches sèches accumulée au pied d'un barranco et ravinée par un torrent boueux.

des cônes volcaniques de Java, des Açores et de bien d'autres volcans.

Ces avalanches ont rapidement nivelé l'Atrio del Cavallo et la Valle dell'Inferno, cachant leurs coulées anciennes et récentes sous un épais manteau de matériaux détritiques. Du côté du Nord, elles venaient butter contre le Colle Umberto, puis étaient déversées sur la coulée de lave de 1903, entre l'Observatoire et la station inférieure du funiculaire. Ce sont elles qui ont emporté les deux gares de celui-ci. Enfin, sur les flancs du cône, regardant la mer, elles ont pu descendre fort bas, à la surface des coulées de laves anciennes qui s'avancent dans la plaine.

Ces avalanches ont édifié des brèches¹, à structure chaotique, offrant l'identité de structure la plus complète, non seulement avec celles des nuées ardentes des Antilles, mais encore avec certaines des brèches trachytiques et andésitiques du Massif central de la France. Je renvoie pour plus de détails sur cette question, très importante pour l'interprétation de certains traits de structure des volcans éteints, à un Mémoire, actuellement à l'impression, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*.

A peine est-il besoin de dire que ces profonds couloirs, formés à sec, ont servi de chemin facile

aux eaux pluviales et, par suite, aux coulées boueuses qui n'ont pas tardé à en accentuer et parfois à en modifier la structure.

Je tiens à faire remarquer que les avalanches sèches ne sont pas spéciales à cette éruption; bien que ce phénomène ait peu frappé, elles se sont certainement produites dans plusieurs des grandes éruptions antérieures. En effet, Monticelli et Covelli, étudiant celle de 1822, parlent de courants de sable fin, descendant sur les pentes du cône, et d'accumulations de matières de toutes dimensions, qu'ils ont rencontrées au sud du cône, vis-à-vis de l'échancrure dont il a été question plus haut et sur une longueur d'environ deux milles. D'après des témoins oculaires, ces brèches se seraient produites dans la nuit du paroxysme du 22-23 octobre, roulant à la surface du sol comme une véritable coulée de lave; elles étaient à haute température et enveloppaient des arbres, non renversés, mais partiellement carbonisés.

Les mêmes auteurs n'hésitent pas à voir, dans quelques passages des récits des contemporains du paroxysme de 1631, l'indication de phénomènes analogues. Le manque de précision de ces descriptions, que j'ai relues dans les textes originaux, enlève peut-être quelque valeur à cette interprétation, bien qu'elle n'ait rien d'in vraisemblable. Une lettre de Cassiodore, relative à l'éruption de 312, est plus explicite :

Videas illic quasi quosdam fluvios ire pulvereos et arenam sterilem fervente relut liquida fluentia decurrere².



Fig. 21. — L'Atrio del Cavallo recouvert par les matériaux récents. (Phot. prise des bords Nord-Est du cratère, 3 mai.)

Je noterai enfin qu'en étudiant la description de la grande éruption de 1779, due à Hamilton³, j'ai

¹ J'appelle brèche toute formation déritique, riche en blocs, produite à sec aux dépens de matières volcaniques, quelle que soit sa structure et le mécanisme précis de sa genèse (brèches d'avalanche, de friction, brèches ignées), par opposition aux *conglomérats*, qui sont produits avec l'intervention de l'eau.

² M. A. Cassiodori opera omnia. Venetiis. 1729, t. I. lib. IV, epist. L, p. 71.

³ Philosoph. Transact., t. LXX, p. 42. Le passage, tel qu'il est cité ici, est emprunté à la traduction des lettres d'Hamilton, par Giraud Soulavie, Paris, 1781, p. 258.

trouvé un passage qui semble indiquer la production, le jour du paroxysme, d'avalanches sèches du premier type, sinon d'une véritable nuée ardente. Alors que s'élevait du cratère une haute colonne chargée de cendres, « vers 2 heures de l'après-midi, dit-il, plusieurs habitants de Portici virent bien distinctement un globe extraordinaire de fumée, d'un très grand diamètre, sortir du cratère du Vésuve et s'avancer avec une grande rapidité vers le Monte Somma, contre lequel il se brisa, laissant après lui une trainée de fumée blanche qui marquait la route qu'il avait suivie. J'aperçus clairement de ma maison de campagne cette trainée qui dura quelques minutes, mais je n'ai pas vu le globe lui-même. »

3. *Destruction partielle d'Ottajano et de San Giuseppe.* — Dans la soirée du 7 avril, vers minuit 30, les lapilli ont commencé à franchir le rempart de la Somma et à tomber dans la direction du Nord-Est, où se trouvent les deux petites villes d'Ottajano et de San Giuseppe. Cette chute est allée crescendo, et s'est prolongée jusqu'à 4 heures du matin : son maximum a eu lieu particulièrement entre 2 et 3 heures.

Sous le choc des projectiles, les vitres n'ont pas tardé à être brisées¹ : les lapilli se sont accumulés sur les toits, dont l'effondrement a entraîné les étages inférieurs ou des pans de mur, en écrasant dans leur chute les malheureux qui n'avaient pas pu ou pas voulu fuir, et ceux qui, comme à San Giuseppe, s'étaient réfugiés dans une église². Toutes les victimes³, près de 200, ont ainsi perdu la vie par écrasement.

Au moment de leur arrivée sur les villes, les lapilli étaient froids. Des phénomènes électriques intenses ont accompagné leur chute.

La quantité de matériaux ainsi accumulés a été en moyenne de 0^m,70 à Ottajano ; elle a été supérieure ça et là, grâce à des circonstances locales. Dans le large secteur défini plus haut, l'épaisseur de la couche de lapilli allait en diminuant sur les bords et en augmentant au fur et à mesure qu'on se rapprochait du volcan. La cendre fine qui a suivi le paroxysme a recouvert ces lapilli d'une

couche uniforme de plusieurs centimètres ; lorsque j'ai quitté Naples, elle n'avait pas encore entièrement disparu et empêchait de préciser, d'une façon exacte, l'étendue de la zone atteinte par les lapilli.

La dimension moyenne des projectiles varie de



Fig. 22. — Maisons effondrées d'Ottajano

celle d'une noisette à celle d'une noix, mais il en existe de plus petits et de plus gros, et quelques-uns atteignent exceptionnellement 15 à 20 centimètres de diamètre.

Ils sont en grande partie constitués par des scories noires ou rougeâtres, assez légères, mais sont accompagnés de fragments anguleux de roches plus denses, de nature très variée (laves anciennes, roches métamorphiques de la Somma, etc.).

L'examen minéralogique et chimique qui sera résumé plus loin montre qu'à part une petite



Fig. 23. — La cendre accumulée dans les rues d'Ottajano.

¹ Les vitres brisées étaient surtout celles dirigées du côté de la montagne, mais beaucoup d'autres, orientées en sens inverse, étaient aussi percées de trous ronds par des projectiles : peut-être est-ce là l'œuvre de ricochets plutôt que celle du vent soufflant du Nord-Est.

² Par suite de cette particularité, il y a eu plus de victimes à San Giuseppe qu'à Ottajano, bien que l'épaisseur des lapilli y ait été moindre.

³ Les nombres officiels suivants ont été communiqués par M. le préfet de Naples au Consul général de France, qui a bien voulu me les transmettre : à Ottajano, 79 morts ; à San Giuseppe, 118, dont 94 écrasés dans l'église ; 71 blessés, dont 13 à Ottajano et 58 à San Giuseppe.

quantité de lapilli, gisant à la surface du sol, et qui sont dus à des projections stromboliennes, la grande masse des matériaux qui nous occupe a une composition différente de celle du magma récent : elle est incontestablement le produit des projections volcaniennes ayant entraîné des débris anciens du volcan. Cette conclusion est conforme,

d'ailleurs, avec ce fait qu'ils sont arrivés froids et avec l'observation de M. Mercalli, suivant laquelle les projections ont changé de nature vers minuit, s'assombrissant progressivement, pour devenir bientôt complètement obscures.

Il est à remarquer que, tandis qu'Ottajano, située à 5 kilomètres du cratère, a été couverte d'une couche aussi épaisse de ces produits de projection, l'Observatoire, qui est distant de 2 kilom. 3 seulement du sommet du Vésuve, n'a reçu qu'une quantité infime de ces mêmes projectiles. La première idée qui vient à l'esprit est d'attribuer cette orientation si étroite à l'action du vent; mais il est bien clair qu'un vent, même extrêmement violent, ne



Fig. 24. — Une rue d'Ottajano.

suffirait pas à expliquer le transport, à une telle distance, d'une si grande quantité de matériaux de grosse dimension. Il est donc impossible d'échapper à la nécessité d'admettre que ces matériaux ont été lancés, non par une bouche verticale, telle que celle que l'on se plaît à considérer d'ordinaire dans un volcan en activité, mais par une ouverture spéciale, convenablement orientée¹. L'existence de projections très obliques et souvent même presque horizontales au cours d'une éruption volcanique a été souvent niée. L'histoire ancienne du Vésuve en fournit cependant des exemples, qui ne m'é-

taient malheureusement pas connus, lorsque j'ai cherché à établir la position oblique de la bouche qui a donné naissance à la nuée destructrice de Saint-Pierre, alors que je n'avais pas encore été personnellement témoin de la sortie des nuées ardentes qui a permis de régler définitivement cette question.

En octobre 1821, en effet, Monticelli et Covelli ont observé² et exploré, à l'intérieur du cratère du Vésuve, une bouche dirigée vers le Sud; ils ont montré comment elle avait fonctionné avec une grande activité, lors du grand paroxysme de l'année suivante. D'après ces géologues, le même fait s'était déjà produit lors des éruptions de 1813 et de 1820, et ils ont rappelé que Bottis et le P. della Torre avaient, eux aussi, cité des exemples de projections horizontales ou très obliques, lors d'antiques éruptions du même volcan.

Il faut signaler en particulier les éruptions de 1640, 1737, 1779, dans lesquelles Ottajano a déjà subi de graves dommages, et enfin celle de 1847 (Mercalli).

La distribution topographique de la ponce qui couvre Pompéi rend très vraisemblable la production d'un phénomène analogue en l'an 79.

4. *Chute de cendres.* — Sous le nom de *cendres*, on désigne tous les produits de projection fins d'un volcan; en réalité, il s'agit là, au point de vue de la genèse, de choses un peu différentes.

Dans les projections stromboliennes, les cendres sont des portions menues du magma neuf, rejetées à l'état plus ou moins fluide; ce sont des gouttelettes contournées de verre, pouvant renfermer des cristaux; ce sont des scories de dimensions exiguës, brisées et usées par le frottement, dès qu'on les recueille à quelque distance du volcan. Ce type de cendres n'a joué qu'un rôle infime au début de l'éruption; il ne paraît pas avoir été transporté au loin; ses dépôts ont été d'ailleurs entièrement recouverts par les produits des explosions volcaniennes.

Les cendres de celles-ci ne sont autre chose que de la poussière de roches solides, brisées par les explosions; elles ont eu, au cours de l'éruption, une origine et une composition complexes³.

La cendre grossière, véritable sable fin, qui, dans la nuit du 4 au 5 avril, est parvenue jusqu'à Naples, était noirâtre; elle était formée de très menus fragments riches en verre et résultait de la démolition du petit cône, édifié dans le cratère; elle était par suite constituée par du magma neuf, rejeté peu avant le paroxysme, sous forme strombolienne.

¹ M. Frank Perret, assistant-bénévole à l'Observatoire du Vésuve, m'a dit avoir vu, le 7, au soir, un jet oblique dirigé dans la direction du Nord-Est, en même temps que s'élevait du cratère une haute colonne verticale de vapeur et de cendres. MM. Bessani et Galdieri ont vu, dans la soirée du 6, des projections ayant la même direction.

² *Op. cit.*, p. 127.

³ A. LACROIX : *C. R.*, t. CXLIII, p. 13.

Mais, dès les jours suivants et surtout à partir du 8, la poussière fine a été le résultat de la trituration des produits anciens résultant de l'évidement de la caldeira.

D'abord mélangée à de gros blocs, à des lapilli et de petits fragments, elle a peu à peu prédominé sur ceux-ci, puis s'est trouvée seule, devenant de plus en plus fine, à mesure que les matériaux projetés, puis retombés dans le cratère, étaient soumis à une trituration plus répétée et plus complète.

On verra plus loin combien ces roches, aux dépens desquelles se produisait la poussière fine, sont variées et combien les phénomènes de métamorphisme, auxquels il y a lieu d'ajouter ceux de décomposition dus à l'action de fumerolles acides, ont pu, en outre, les modifier.

La composition de semblables cendres n'a donc pas été constante au cours de l'éruption, comme celle des projections stromboliennes. L'analyse suivante met en évidence cette dernière proposition :

SiO ₂	48,00
Al ₂ O ₃	16,10
Fe ₂ O ₃	3,35
FeO	4,90
MgO	6,53
CaO	11,35
Na ₂ O	3,04
K ₂ O	5,26
TiO ₂	1,02
P ₂ O ₅	trace.
Cl	0,49
Perte au feu	0,25

100,29

Cette composition se rapproche plus de celle des scories d'Ottajano que de celle de la lave actuelle (voir la 2^e partie), mais elle ne lui est pas identique, pas plus d'ailleurs qu'à celle des divers types pétrographiques de roches anciennes rejetées par l'éruption¹.

J'ai eu soin de recueillir l'échantillon analysé sur les bords même du cratère (3 mai), afin d'éliminer les causes d'erreur qui interviennent, quand on considère les cendres transportées à grande distance du volcan. Au cours de leur

¹ M. E. Casoria, professeur à l'École d'Agriculture de Portici, vient de publier l'analyse de la cendre tombée dans cette localité, les 9 et 10 août.

	a	b
SiO ₂	48,117	48,154
Al ₂ O ₃	19,082	18,437
Fe ₂ O ₃	7,709	7,565
FeO	2,772	2,750
MnO	0,418	0,394
MgO	3,728	4,432
CaO	7,949	8,244
Na ₂ O	2,528	2,871
K ₂ O	6,403	5,834
P ₂ O ₅	0,852	0,743
BaO	0,093	0,095
SrO	0,028	0,033
	99,679	99,552

a est la cendre grise, b, la cendre rose. Ces nombres se

trajet aérien¹, les cendres subissent, en effet, un classement suivant la grosseur des grains, leur densité, etc., que compliquent encore les variations de la vitesse et de la durée du transport, ainsi que diverses autres causes accessoires.

La poussière fine de l'éruption étudiée a, suivant les jours, présenté des couleurs différentes, variant du rose au gris-blanc. La teinte rose résulte de l'oxydation du fer des minéraux ferrugineux, et elle peut se produire postérieurement à la chute : c'est ainsi que j'ai suivi à la Montagne Pelée la marche d'une modification de couleur de ce genre ; immédiatement après le passage d'une nuée ardente, le sol était couvert d'une couche de poussière fine, d'un blanc éblouissant ; mais, d'une façon constante, dès le lendemain, cette surface prenait une teinte rose, qui s'accroissait très rapidement.



Fig. 25. — Aspect neigeux du volcan. Cendres fines modelées par le vent.

Quant à la couleur blanche² des cendres vulcaniennes du Vésuve formées par la trituration de roches de couleur foncée, elle s'explique aisément par la ténuité des particules qui la constituaient en partie.

Les flancs du Vésuve, recouverts par cette poussière blanche, présentaient un aspect étrange de paysage de neige. Dans les parties hautes du volcan, cette cendre, très mobile pendant les premiers jours qui ont suivi sa chute, était modelée par le vent à la façon des dunes (fig. 14 et 25). Lors-

rapprochent beaucoup plus de la composition du magma récent (voir 2^e partie) que de celle des cendres que j'ai fait analyser, ce qui s'explique aisément par leurs dates respectives : on voit, en outre, qu'une partie du fer est peroxydée.

¹ C'est pourquoi j'ai éliminé pour cette étude spéciale les échantillons de cendres tombées à Naples. Ceux des premiers jours de l'éruption, que j'ai examinés, m'ont été aimablement communiqués par M. de Lalande, et par M. Caullery.

² Cette coloration a été assez rapidement modifiée par une autre cause, d'ordre mécanique ; quand les pluies sont devenues abondantes, les particules les plus fines ont été entraînées, et la couleur gris noirâtre a été produite par le sable grossier subsistant.

qu'elle a commencé à se tasser sous l'influence de la pesanteur et sous celle de l'humidité absorbée, l'érosion éolienne a produit un effet différent : la surface, devenue immobile, a été alors abrasée, laissant apparaître des courbes de niveau, bien visibles dans la figure 26. Cette particularité, que je n'ai pas observée à la Martinique, où l'érosion éolienne s'exerçait d'une façon très active, est une conséquence de la complexité de la surface, hérissée d'aspérités, des coulées de lave recouvertes par la cendre très tassée, à grain uniforme.

L'action de légères pluies, suivant immédiatement la chute de la cendre ou même l'accompagnant, a produit ce granulage, qui a été signalé déjà au cours de plusieurs éruptions du Vésuve (notamment en 1794 et en 1822). Je n'ai guère rencontré que des granules de la grosseur d'un grain de mil

extrêmement abondantes, au cours d'une chute de cendre, il se produisait une véritable boue, qui, dans un stade intermédiaire avec le précédent, pouvait même s'agglomérer en petits globules avant d'atteindre le sol. Je n'ai pas été, au Vésuve, le témoin de ce cas, souvent constaté au cours des éruptions de la Martinique, mais M. Mercalli m'a dit l'avoir observé.

La distribution des cendres a été très irrégulière et en même temps fort capricieuse dans le massif du Vésuve et sur sa périphérie ; elle a été, en effet, réglée par le vent. A ce point de vue, il est intéressant de voir la différence qui existe entre un volcan de pays tempéré et ceux des pays tropicaux, tels que les Antilles et l'Amérique centrale ; dans ces derniers, en effet, la dissymétrie de la distribution des cendres est un fait général, mais elle est soumise à une loi rigoureuse, due à l'existence des vents constants (alizés).

A Naples, l'épaisseur de la cendre a été d'environ 3 centimètres¹ ; elle a été de 20 centimètres au pied du volcan, à Torre del Greco, c'est-à-dire à peu près ce qui a été observé près de l'Observatoire vésuvien, malgré la proximité beaucoup plus grande de celui-ci par rapport au volcan. L'épaisseur a été de 12 centimètres à Portici, de 10 à Résina, et enfin un étroit secteur dont font partie Torre Annunziata et Pompéi a été presque épargné, sauf les 14 et 15 avril.

Celles de ces cendres qui sont parvenues dans les hautes régions de l'atmosphère ont été entraînées à de grandes distances et leur présence a été signalée, avec plus ou moins de certitude, dans diverses directions, au delà des frontières de l'Italie.

Ces cendres fines mobiles ont contribué à la production d'un phénomène météorologique intéressant, ou tout au moins l'ont mis en évidence : je veux parler de petites *trombes* qui étaient fréquentes sur les flancs du cône terminal et surtout sur les bords du cratère. Elles avaient la forme classique : évasées à leur partie supérieure, elles se terminaient en bas par un pédoncule grêle touchant le sol. Elles étaient animées d'un mouvement giratoire très rapide, en même temps que d'un mouvement de translation assez lent. Elles m'ont rappelé celles qui ont été observées par Schmidt lors de l'éruption de Santorin (1866).

Ces cendres fines, en recouvrant la végétation, ont semblé tout d'abord devoir l'anéantir ; mais les bourgeons de vigne n'étant pas encore éclos, les dégâts ont été beaucoup moindres qu'on ne l'avait supposé. Dès le début de mai, en effet, la campagne est devenue verdoyante.

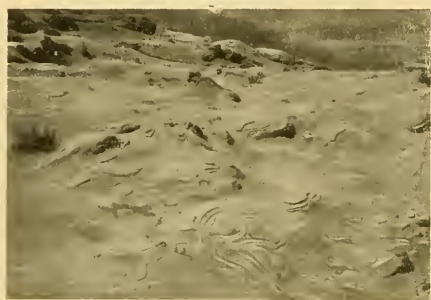


Fig. 26. — Cendres fines abrasées par le vent, recouvrant la coulée de 1905-1906 au voisinage de l'Observatoire.

et n'en ai jamais trouvé de la dimension d'un gros pois, comme ceux qui étaient fréquents aux Antilles et qui abondent dans les lits de cendres recouvrant les ponce de Pompéi. J'ai suivi, au cours de l'éruption de la Montagne Pelée, les diverses phases de la production de ce phénomène, qui s'est réalisé, non pas sur le trajet même des nuées ardentes, mais dans la région couverte par les cendres de celles-ci entraînées par l'alizé ; les conditions les plus favorables y étaient réunies, grâce à la haute température conservée par les cendres longtemps après leur chute ; la production de cette structure implique une très grande finesse des cendres et une succession d'averses, insuffisantes pour les mouiller complètement. On peut facilement vérifier à Pompéi la première partie de cette proposition, celle de la nécessité de la finesse de la cendre ; dans une couche déterminée, les pisolites se trouvent toujours à la partie supérieure, constituée par les particules les plus fines, tombées les dernières.

Quand les précipitations atmosphériques étaient

¹ L'effondrement de la toiture du marché de Naples, qui a fait de nombreuses victimes, a été occasionné par l'accumulation de cette cendre sur des points limités.

D'après les indications que m'a fournies M. Caulery, la faune flottante (plankton) du golfe de Naples a eu beaucoup à souffrir de cette chute de cendres et il en a été de même pour certains animaux de fond.

Je terminerai par une observation qui peut intéresser les paléontologistes, étudiant les organismes problématiques, tels que les bilobites, que l'on regarde comme des traces laissées sur le sable par divers animaux. Au début de l'éruption, alors que la cendre recouvrant le sol était légère et non tassée, on voyait s'entre-croiser à sa surface des pistes extrêmement nombreuses et très variées de forme, dues à de petits serpents, à des lézards et

surtout à des coléoptères; il n'était pas rare de trouver à l'extrémité de l'une de ces pistes un de ces derniers, encore vivant ou enseveli dans la cendre. La surface plane des dallages des ruines de Pompéi, saupoudrée d'une couche de fine poussière était particulièrement instructive à cet égard.

Dans un deuxième article, j'examinerai les autres phénomènes qui ont caractérisé la dernière éruption du Vésuve et je donnerai les conclusions générales qui se dégagent de mes observations.

A. Lacroix,

Membre de l'Institut,
Professeur de Minéralogie
au Muséum d'Histoire naturelle.

L'HYGIÈNE DES INTESTINS

Dans une étude sur l'hygiène des tissus, j'ai développé cette thèse que les phagocytes en général et les globules blancs en particulier ont la fonction de débarrasser l'organisme des microbes et d'autres parasites qui cherchent à s'introduire dans notre corps. Dans les cas où ces intrus arrivent à s'y installer pendant quelque temps, il s'engage une véritable lutte, qui nécessite l'intervention d'une quantité de leucocytes. Aussi, dans les maladies infectieuses, le nombre des leucocytes augmente, et il se produit une *leucocytose* plus ou moins accusée. Les exceptions à cette règle sont très rares, comme dans la fièvre typhoïde et le paludisme, et encore il s'agit ici d'exceptions plutôt apparentes que réelles. Dans les fièvres palustres, la leucocytose existe; mais elle est passagère et doit être surprise au moment opportun. Dans la fièvre typhoïde, la leucocytose fait défaut pendant la période où les bacilles typhiques pullulent dans le sang. Dans certaines maladies infectieuses, telles que la pneumonie fibrineuse, le degré de leucocytose sert même souvent pour le pronostic, car il a été établi que, plus le nombre des leucocytes est grand, plus le malade a de chances de guérir. Dans les affections chirurgicales, la numération des globules blancs dans le sang donne souvent des indications très précieuses. Ainsi, dans l'appendicite, cette maladie à laquelle nous reviendrons plus loin, la leucocytose peut servir pour établir si l'intervention est urgente ou si elle peut être retardée et même complètement évitée.

1

Lorsqu'en examinant le sang on constate une augmentation notable de leucocytes, on songe aussitôt à une maladie infectieuse. Mais il y a des

cas où la leucocytose s'établit pour ainsi dire normalement, en dehors des maladies. Telle est la leucocytose digestive. Il a été constaté, par un grand nombre d'observateurs, que, chez l'homme ainsi que chez plusieurs autres mammifères, le nombre des globules blancs augmente quelque temps après le repas. Il y a des divergences sur l'interprétation de ce phénomène, mais son existence est admise par tout le monde. Pour plus de précision, on s'est mis à l'étudier chez des animaux par la voie expérimentale. Récemment, MM. Nicolas et Cot¹ ont publié un travail étendu sur ce sujet. Ils ont établi que, chez le chien, le nombre des globules blancs augmente après le repas, surtout lorsque celui-ci est composé de viande de bœuf crue. Mais il ne faut pas penser pour cela que la leucocytose ne se manifeste qu'après une alimentation carnée. D'après le récent travail de M. Kier², le lapin accuse une très forte leucocytose digestive, et ceci après avoir mangé exclusivement des aliments végétaux, tels que choux et pain. La plus grande quantité de globules blancs a été observée une heure et demie après le repas.

D'où provient cette analogie avec la leucocytose dans les maladies, analogie tellement frappante que l'on ose se demander si la digestion des aliments ne serait point aussi une sorte d'infection? Le fait est qu'après les repas, un certain nombre de microbes pénètrent à travers la paroi intestinale et passent dans la circulation. Cette question a été beaucoup débattue dans tous les sens; mais, à la suite de toutes ces controverses, il ne reste pas de doute que les microbes peuvent pénétrer dans le sang par voie intestinale. Des expériences nom-

¹ Arch. de Med. expér., 1905, p. 164.

² Nordiskt medicinskt Arkiv, 1905, t. XXXVIII, pp. 4-32.

breuses, entreprises sur des animaux divers, — chevaux, chiens, lapins, etc., — ont démontré que certains microbes traversent la paroi intestinale intacte et viennent se loger soit dans les ganglions lymphatiques voisins, soit dans les poumons, la rate et le foie. Les microbes peuvent aussi se retrouver dans la lymphe et dans le sang. On a souvent mis en doute que la muqueuse intestinale puisse laisser passer les microbes sans être lésée. Pratiquement, cette question ne présente pas une bien grande importance, car, dans les conditions naturelles, la paroi de l'intestin ne trouve que trop souvent l'occasion d'être lésée par les parties tranchantes et dures des aliments, tels que fragments d'os, tissus pierreux de certains fruits, etc. A l'Institut Pasteur, où l'on a une grande expérience de la préparation des sérums thérapeutiques, on a établi, depuis des années, comme règle de ne jamais saigner un cheval après le repas, car, dans ces conditions, le sérum, recueilli avec les plus grandes précautions d'asepsie, donne néanmoins lieu à un développement microbien. Un animal qui doit être saigné est d'abord soumis au jeûne; alors il fournit un sérum dépourvu de microbes.

Il est très probable que les microbes du tube digestif, qui se multiplient abondamment après chaque repas, trouvent à ce moment plus d'occasion pour franchir la paroi intestinale qu'à n'importe quelle autre période de la journée.

La théorie de M. von Behring, qui pense que la source de la tuberculose de l'homme est l'ingestion de bacilles de Koch pendant l'enfance, a donné lieu, dans ces derniers temps, à un grand nombre de travaux sur le passage des microbes dans les organes et le sang par la voie intestinale. Il a été reconnu que, en effet, le tube digestif présente une des plus importantes parmi les portes d'entrée des virus. De même que la meilleure façon de donner la morve à un cheval est de lui faire avaler des bacilles morveux avec les aliments, de même la tuberculose généralisée et même la tuberculose pulmonaire se prennent très facilement par voie intestinale. Récemment, MM. Calmette et Guérin¹, ainsi que M. Vallée², ont communiqué beaucoup de données nouvelles en faveur de cette thèse. Tandis que l'introduction directe des bacilles tuberculeux dans la trachée des veaux n'a été suivie, dans les expériences de Vallée, que de lésions légères, l'absorption des mêmes microbes par la voie digestive a amené une forte tuberculose des ganglions bronchiques. Il est évident que la tuberculose pulmonaire peut se développer aux dépens des bacilles avalés avec les aliments, sans que ces microbes

produisent des lésions visibles sur leur trajet dans le tube digestif.

Tous les microbes pathogènes, il est vrai, n'accusent pas une aussi grande facilité d'invasion par la voie intestinale. Ainsi il est très difficile de donner la maladie charbonneuse à des cobayes en leur faisant ingérer le virus. Mais il suffit de la moindre lésion de la paroi intestinale pour que les bacilles avalés passent dans l'organisme et provoquent une infection mortelle.

Il a été fait beaucoup de recherches dans ces derniers temps pour établir si la paroi intestinale des nouveau-nés et des tout jeunes animaux était plus franchissable aux microbes que l'intestin adulte³. Beaucoup d'expériences ont donné un résultat positif, mais il a été en même temps établi que la muqueuse intestinale des animaux adultes est loin d'être entièrement fermée aux microbes. Dans les recherches de Calmette et Guérin, les chèvres adultes ont même pris plus facilement que les jeunes la tuberculose pulmonaire par l'intestin.

Bien qu'il reste encore plusieurs points obscurs dans l'histoire des infections de l'organisme par la voie intestinale, il ne subsiste plus aucun doute sur la très grande importance de cette porte d'entrée. Il est très probable que, dans beaucoup d'états morbides, que l'on attribue couramment à une intoxication intestinale, il s'agit en vérité d'infection du sang par des microbes intestinaux, notamment par les colibacilles, qui ont pu traverser la paroi de l'intestin.

II

Tout l'ensemble des données accumulées par la science démontre que la paroi intestinale doit être l'objet des plus grands soins hygiéniques.

Les récentes acquisitions dans l'étude des maladies infectieuses ont démontré qu'un grand nombre d'entre elles, que l'on attribuait à des miasmes particuliers circulant dans l'atmosphère, ne sont en réalité que des maladies des plaies, occasionnées par différents animaux inférieurs.

C'est surtout aux savants anglais que la science et l'humanité sont redevables de cette notion fondamentale. Après les mémorables travaux de Manson sur le rôle des moustiques dans le transport des filaires, Bruce a démontré que le Nagana est dû au Trypanosome, inoculé par la mouche Tsé-tsé ou *Glossina morsitans*. Depuis, dans toute une série d'animaux articulés, on a reconnu des intermédiaires dangereux qui transportent sur l'homme et les animaux les virus de la peste humaine, des fièvres palustres, de la fièvre jaune, de la fièvre récurrente, de la maladie du sommeil,

¹ Ann. de l'Institut Pasteur, 1905, p. 601.

² Ibid., p. 619.

³ FICKER : Arch. für Hygiene, 1907, t. XLIX.

de la fièvre du Texas, de la spirillose des poules, etc. Le plus souvent, ce sont des Diptères, moustiques et mouches. Dans la peste bubonique, ce sont les puces qui jouent le rôle d'inoculateurs; dans la fièvre récurrente, les punaises et les tiques remplissent ces fonctions. En l'espace de quelques années, les Insectes et les Arachnides ont vivement attiré sur eux l'attention des médecins et des naturalistes. Tandis qu'autrefois il n'y avait que quelques amateurs qui s'adonnaient à l'étude détaillée des Diptères et des Arachnides, à présent ces groupes sont devenus la préoccupation assidue d'une quantité de savants.

A la suite de ces travaux il a été élaboré tout un système de mesures hygiéniques, souvent très efficaces. On cherche à détruire et à éviter les moustiques, les rats porteurs de puces, etc. La mesure hygiénique la plus simple a été recommandée récemment par M. Koch contre la fièvre récurrente africaine. Il n'y a, d'après lui, qu'à éviter les cabanes peuplées par les tiques, et à ne coucher qu'à une certaine distance de la route des caravanes pour éviter cette fièvre.

Aux maladies des plaies de la peau, occasionnées par tous ces animaux articulés, correspondent les maladies des plaies des intestins, occasionnées par les Entozoaires et surtout par les Vers intestinaux. De nombreux faits plaident en faveur de cette thèse.

Autrefois, on attachait une grande attention à ces parasites, auxquels on attribuait toutes sortes de maladies locales et générales. Dans la thérapeutique d'il y a cinquante ou soixante ans, on préconisait les cures vermifuges, par lesquelles on pensait guérir beaucoup de troubles intestinaux et même certaines maladies nerveuses. Depuis, on a relégué les vers parasites à un plan très éloigné et on les a presque oubliés en faveur des microbes, auxquels on a accordé la place prépondérante en Médecine. On a vu si souvent les vers vivre tranquillement dans les intestins, et leurs hôtes n'en souffrir nullement, que l'on s'est habitué à les considérer comme à peu près ou absolument inoffensifs. Et cependant cet optimisme n'est point justifié. Il n'est pas douteux qu'un ver intestinal peut n'occasionner aucun trouble de la santé, de même que beaucoup de moustiques, de puces et de tiques peuvent piquer l'homme et les animaux sans provoquer chez eux autre chose qu'une démangeaison passagère et anodine. Mais il est non moins douteux que les piqûres des vers intestinaux peuvent occasionner autant de mal que les piqûres des animaux articulés, porteurs de microbes pathogènes. Ce fait peut être le mieux établi par l'étude de l'appendicite, cette maladie à la mode, dont on entend si souvent parler.

Il a été apporté récemment à l'Institut Pasteur l'appendicite vermiforme retiré par un chirurgien à un garçon de onze ans. L'opération a été faite pendant une crise d'appendicite très violente, des plus caractéristiques, et accompagnée d'une température très élevée, allant jusqu'à 41°,6. Ainsi que cela arrive encore souvent dans les opérations d'appendicite « à chaud », le cas s'est terminé par la mort. L'inspection de l'appendice a révélé une hyperémie assez intense et l'examen microscopique a démontré une forte inflammation de la muqueuse, dont une partie s'est trouvée ulcérée et renfermait une femelle d'oxyure. L'étude de ce cas, faite par M. Weinberg, a présenté ce point particulièrement intéressant que le parasite était entouré d'une zone inflammatoire, dans laquelle on pouvait distinguer une quantité de globules blancs et un certain nombre de gros bacilles se colorant par la méthode de Gram. L'interprétation du cas n'est pas difficile. Un oxyure, après avoir pénétré dans l'appendicite vermiforme, a attaqué la muqueuse et y a inoculé un microbe qui a provoqué une infection mortelle. Le rôle du parasite a été donc tout à fait pareil à celui d'une puce qui inocule le bacille pesteux à un homme et qui le fait mourir.

Il y a quelques années déjà, — après que nous avons attiré l'attention des médecins sur le rôle des parasites intestinaux dans l'étiologie de l'appendicite, — M. Girard¹ nous a apporté des coupes histologiques d'un appendice enlevé à une fillette pendant une opération de pelvi-péritonite. La maladie n'a pas présenté cliniquement les symptômes d'une appendicite, mais s'est montrée plutôt comme une péritonite d'origine génitale. Sur les coupes, colorés par la méthode de Gram, on pouvait observer un Trichocéphale, dont une partie était enfoncée dans la muqueuse de l'appendice. Autour du ver se trouvait une couche de leucocytes, parmi lesquels on rencontrait une assez grande quantité de bactéries différentes.

Les deux exemples que je viens d'analyser ne laissent aucun doute sur le rôle étiologique des vers intestinaux dans l'appendicite. Ces parasites lésent la paroi intestinale et y inoculent des microbes qui provoquent une réaction inflammatoire. Le nombre de cas d'appendicite dans lesquels on trouve des Entozoaires, notamment des Nématodes, est considérable, à en juger par la littérature du sujet.

Il y aura bientôt quarante ans que les chirurgiens ont attiré l'attention sur la présence des vers dans les abcès stercoraux, accompagnés par des douleurs localisées dans la région du cæcum et du côlon ascendant². Depuis, on a de temps en

¹ Ann. de l'Institut Pasteur, 1901.

² DESPÈRES : *Traité du diagnostic des maladies chirurg.*, 1868, p. 279.

temps signalé la présence, dans les appendices enflammés, des Entozoaires, tels que les Trichocéphales, Oxyures et Ascarides. Mais on considérerait ces trouvailles comme quelque chose de purement accidentel, sans importance générale. Le succès d'un assez grand nombre de cures vermifuges chez des personnes atteintes d'appendicite nous a démontré le rôle considérable des Entozoaires dans cette maladie, et c'est pour cela que je me suis décidé, il y a déjà cinq ans¹, à attirer l'attention des médecins sur ce sujet. Les objections ne se firent pas attendre. On a invoqué le fait que les vers intestinaux peuvent souvent résider dans le tube digestif sans provoquer le moindre trouble, et l'on citait l'affirmation du Dr Matignon que les Chinois sont porteurs de beaucoup d'Entozoaires, sans jamais souffrir d'appendicite. On insistait aussi sur l'absence de parasites dans un grand nombre d'appendices opérés, absence confirmée par des recherches négatives des déjections.

Un pareil scepticisme n'a pas tardé à amener des résultats dans la pratique médicale. Sans m'arrêter sur plusieurs cas de ma connaissance, je ne citerai qu'un exemple des plus caractéristiques. La femme d'un professeur d'hygiène, médecin et bactériologiste des plus distingués, contracte une appendicite avec des symptômes classiques. L'examen microscopique des matières fécales ne révèle la présence d'aucun ver intestinal. Le mari croit inutile de faire une cure vermifuge et n'attache pas d'importance au rôle des Entozoaires dans l'étiologie de l'appendicite. La malade a donc été opérée et tout s'est passé de façon à peu près normale. Quelque temps après, c'est le mari qui a été pris de douleur dans la région appendiculaire et a manifesté des symptômes d'appendicite à répétition. Il s'agit donc ici d'un exemple d'appendicite familiale, comme on en a décrit déjà un certain nombre. Le malade se fait opérer « à froid », après avoir constaté que ses matières fécales ne renferment pas de parasites. Malgré l'habileté du chirurgien, l'opération a donné lieu à des complications fâcheuses qui ont duré plusieurs mois et qui ont beaucoup inquiété le malade. Or, l'examen de l'appendice a démontré la présence d'un oxyure engagé dans la muqueuse. Il est à présumer que, si le malade avait été soumis à la cure vermifuge et s'il avait suivi une hygiène rationnelle, il se serait guéri sans difficulté. Il est très probable que l'appendicite de la femme du professeur a eu la même origine et que ce sont les oxyures qui lui ont inoculé les microbes pathogènes.

Après mes premières constatations du rôle des Entozoaires dans l'appendicite, je faisais l'examen

microscopique des matières fécales et je ne conseillais la cure du thymol que dans des cas où je constatais la présence d'œufs de Tricocéphales et d'Ascaris. Mais, depuis qu'il a été établi que l'appendicite est souvent occasionnée par des Oxyures², qui ne déposent pas d'œufs dans le contenu intestinal, il est tout indiqué de prescrire ce traitement dans n'importe quel cas de cette maladie. Aussi, dans un exemple où une dame a souffert d'une forte appendicite et où ses déjections se sont montrées dépourvues de toutes sortes d'œufs, mais dont le mari a été porteur d'oxyures, la cure avec du thymol a donné un très bon résultat.

Les parasites, après avoir provoqué l'inflammation de l'appendice, se retirent souvent de cet organe et ne peuvent plus y être retrouvés après l'opération. Ceci explique certains cas qui sont considérés comme d'origine non vermineuse, parce qu'on ne trouve ni Entozoaires, ni œufs. L'affirmation que les Chinois et certains autres peuples de races inférieures ne souffrent jamais d'appendicite, malgré la fréquence chez eux de vers intestinaux, doit être acceptée avec beaucoup de scepticisme. On sait qu'en Chine les autopsies ne se font que très rarement, de sorte que l'origine des péritonites ne peut être facilement établie. Quant aux cas d'appendicite légère, qui sont de beaucoup les plus fréquents, ils doivent se passer en Chine sans qu'on appelle les médecins européens.

Mon scepticisme dans cette question s'est beaucoup accru depuis la constatation suivante, faite dans notre laboratoire sur des Chimpanzés. Sur une cinquantaine de ces anthropoïdes, dont l'autopsie a été faite par le Dr Weinberg, il a trouvé cinq cas d'appendicite récente ou ancienne. Dans un cas, notamment³, il s'est agi d'une appendicite mortelle à marche très brusque, accompagnée de signes des plus caractéristiques. Mais, même s'il était établi d'une façon absolument précise que les porteurs d'Entozoaires en Chine sont indemnes d'appendicite, ce fait s'expliquerait facilement, car cette maladie nécessite l'intervention des microbes pathogènes. Or, ceux-ci peuvent ne pas se trouver dans les intestins des Chinois. Il en est de même du rôle des Anophèles dans la propagation du paludisme. Pour que les piqûres de ces moustiques occasionnent la fièvre, il est indispensable qu'ils soient contaminés par le parasite malarique. Or, beaucoup d'Anophèles ne le sont pas, et c'est pour cette raison qu'on peut très souvent être piqué par eux sans attraper la fièvre.

Il est très probable que le rôle des vers intestinaux ne se borne pas à l'inoculation des microbes

¹ V. HALL : *Centralbl. fur Bakteriol. Referate*, 1904, I. XXXV, p. 150.

² *Ann. de l'Institut Pasteur*.

³ *Bull. de l'Acad. de Méd.*, 1901, p. 301.

de l'appendice. M. Guiart¹ pense qu'ils peuvent transporter aussi dans la muqueuse intestinale des bacilles typhiques et, partant, être cause de la fièvre typhoïde. Cette supposition, très plausible, demande encore à être étudiée de près.

Les recherches de M. Weinberg² sur des singes anthropoïdes et sur des singes inférieurs ont démontré que ces animaux meurent souvent de septicémie produite par le colibacille, qui, très probablement, a été inoculé par des vers intestinaux se trouvant en grande quantité adhérents à la paroi intestinale. Même dans certaines tumeurs, le rôle des Entozoaires paraît très probable. Il a été observé plusieurs fois que la présence des *Billarzia* dans la vessie de l'homme y occasionne la formation de véritables épithéliomes. Plus récemment, M. Borrel³ a attiré l'attention sur la présence, dans le centre de tumeurs de souris, de vers qu'il croit d'origine intestinale.

III

L'ensemble des données que je viens de résumer indique qu'il est bien temps d'entreprendre une lutte contre les Entozoaires, analogue à celle que l'on poursuit avec tant d'énergie contre les moustiques et les autres animaux articulés inoculateurs de microbes. Il y a cette différence que les mesures contre les vers intestinaux sont plus faciles à exécuter et à rendre pratiques. Contre les moustiques qui volent dans l'air, qui surprennent l'homme pendant le sommeil et qui piquent à travers les vêtements, la lutte reste souvent inefficace. Pour empêcher les vers intestinaux de pénétrer dans le corps humain, il suffit, dans la très grande majorité des cas, de surveiller les aliments. Il est étonnant de voir avec quelle fréquence ceux-ci sont souillés par les déjections humaines renfermant des œufs d'Entozoaires. C'est par ces souillures que s'explique le fait que tant de personnes renferment de ces parasites dans leur tube digestif. J'ai déjà cité l'exemple d'un professeur d'hygiène porteur d'oxyures. D'autres personnes, vivant dans de bonnes conditions, sont très souvent atteintes d'helminthiase.

Bientôt après ma communication à l'Académie de Médecine de Paris sur le rôle des vers intestinaux dans l'appendicite, j'ai été invité par un chirurgien à aller visiter une propriété en province, remarquable par la fréquence de cette maladie. Dans une même famille, quatre personnes ont subi l'opération, sur lesquelles une a succombé. Non seulement les membres de la famille, mais aussi beaucoup de domestiques présentaient les symp-

tômes d'appendicite, et il avait été remarqué qu'un séjour de plusieurs mois dans la propriété suffisait pour faire éclater la maladie. On incriminait, comme cause d'appendicite, l'eau de la localité, trop riche en calcaire.

Après avoir examiné les matières fécales de la plupart des habitants de la propriété en question, j'ai constaté la fréquence de vers intestinaux, Trichocéphales et Ascaris, sans compter les oxyures, dont on ne peut juger d'après l'analyse des déjections. La conclusion était inévitable : la nourriture que l'on prenait dans cette propriété devait être souvent souillée par des excréments humains. Le luxe avec lequel on vivait dans le château et la propreté irréprochable, en apparence, semblaient contredire cette opinion. Il a fallu une enquête minutieuse pour trouver la clef du problème. Le potager qui fournissait les légumes pour les habitants de la propriété était entouré de murs et ne laissait rien à désirer. Mais le fumier employé pour les planches du potager provenait d'un endroit qui communiquait avec les fosses d'aisance des domestiques. Les matières fécales de ceux-ci, dans lesquelles devaient se trouver les Entozoaires et leurs œufs, passaient sur les légumes et de là pénétraient dans le tube digestif. Le temps écoulé entre le dépôt des excréments par les domestiques et le moment de leur consommation par les maîtres devait suffire pour l'évolution des embryons de Trichocéphales et d'Ascaris, de sorte qu'il y avait toutes les conditions nécessaires à la contamination.

Il est bien connu que les déjections humaines renferment non seulement les vers intestinaux et leurs œufs, mais sont aussi la source de microbes infectieux, tels que bacilles typhiques, dysentériques, tuberculeux, vibrions cholériques et autres. Nous n'avons qu'à rappeler l'histoire de la boulangerie de Strasbourg que nous avons mentionnée ailleurs : cette boulangerie, porteuse de bacilles typhiques, contaminait ses employés avec ses matières fécales. Comme exemple de contagion cholérique, nous pouvons citer un cas qui nous a été communiqué par M. Ruffer, d'Alexandrie. Lors de la dernière épidémie de choléra en Égypte, cette maladie a emporté une dame âgée qui souffrait de troubles intestinaux et qui ne prenait jamais d'aliments crus. Son unique nourriture consistait en bouillon. Les recherches faites pour expliquer l'origine mystérieuse de la contagion ont démontré que la malade a dû attraper le choléra avec le bouillon préparé par un cuisinier atteint d'une légère diarrhée. Le bouillon, consommé froid pendant la saison chaude, était servi par cet employé, dont les mains étaient souillées par ses déjections, riches en vibrions. Ici, nous avons un

¹ C. R. de la Soc. de Biolog., 1901, p. 307.

² Ibid., 1906, vol. LX, p. 446.

³ Ibid., 1905, p. 770.

exemple, choisi parmi un grand nombre de cas analogues, de contamination des maîtres par les matières fécales des domestiques.

La découverte que des personnes bien portantes renferment souvent dans leur corps des germes infectieux, dangereux pour leur entourage, a amené une perturbation dans les préceptes hygiéniques. Autrefois, on visitait surtout les malades, que l'on considérait comme source principale de contagion. On désinfectait leurs lits, leur linge et tout ce qui était en contact avec eux, et l'on ne faisait pas attention aux gens qui se portent bien. A présent, on cherche à retrouver parmi ces derniers des « porteurs de bacilles » pour concentrer les mesures hygiéniques sur eux. Dans ce but, on organise des instituts bactériologiques, destinés à examiner les excréta des malades et des personnes saines. Une fois que l'on a trouvé un porteur de microbes pathogènes, on cherche à l'isoler jusqu'à ce qu'il devienne inoffensif et on désinfecte les déjections contagieuses. Dans la pratique, cette méthode se heurte à de grandes difficultés, ainsi que l'a récemment déclaré M. Klinger à Strasbourg. L'idéal de certains savants de transformer tous les cabinets d'aisance en laboratoires bactériologiques ne peut évidemment jamais être atteint. Quant à la désinfection des excréta, qui peuvent quelquefois contenir des microbes pathogènes pendant des années, elle est également irréalisable en grand.

Il est évident que les mesures hygiéniques, destinées à empêcher la contamination du tube digestif, doivent viser principalement tout ce qui pénètre par la bouche. Les boissons et les aliments doivent subir au moins la cuisson avant d'être consommés. La température de l'ébullition est insuffisante pour les stériliser; il restera toujours des spores du *Bacillus subtilis* et quelques autres encore, mais les œufs des parasites et les microbes pathogènes seront détruits presque sans exception.

C'est un préjugé très répandu que l'eau bouillie a mauvais goût et qu'elle n'est pas bien supportée par l'organisme. Cette opinion est sûrement erronée. Lorsqu'on fait bouillir l'eau dans un récipient bien propre, elle ne prend aucun goût désagréable. Un savant italien a fait l'expérience suivante: il a rempli plusieurs verres avec de l'eau bouillie et il a rempli le même nombre d'autres, contenant l'eau de même source, mais sans avoir été bouillie. Les personnes invitées à goûter l'eau n'ont pas pu distinguer les deux catégories, tellement l'eau bouillie diffère peu de l'eau crue. J'ai fait sur moi-même l'expérience que l'eau bouillie est, sous tous les rapports, très bonne et je n'en bois pas d'autre depuis une dizaine d'années.

On a soulevé encore plus d'objections au sujet du lait bouilli. On pense qu'il se digère difficilement

et que, privé de certaines substances diastasiques, il perd beaucoup de ses qualités. Il est cependant incontestable qu'un très grand nombre de nourrissons sont élevés avec du lait bouilli et que, si l'on prend les soins nécessaires pour tenir propre le biberon ou la cuiller qui servent à l'enfant, l'élevage amène de très bons résultats. Il arrive parfois que le lait bouilli provoque des troubles de digestion et qu'atòrs il est utile de le remplacer par du lait cru; mais ces cas sont rares et contrebalancés par d'autres où le lait cru est utilement remplacé par du lait bouilli. Il s'est réuni en octobre dernier à Paris un Congrès international de la « Goutte de lait », auquel assistaient plusieurs pédiatres des plus compétents. Il y a été communiqué un grand nombre de données qui ne laissent aucun doute sur la valeur de l'alimentation des nourrissons avec du lait bouilli.

Lorsque la pasteurisation du lait, c'est-à-dire son chauffage à 63°-70°, se fait convenablement, elle peut avec avantage remplacer l'ébullition.

La cuisson doit être étendue aux légumes. Comme ce sont sans doute surtout les salades, les radis et quelques autres légumes crus qui transmettent les Entozoaires et les microbes pathogènes, leur surveillance, au point de vue hygiénique, devient indispensable. Le lavage de ces légumes, même avec de l'eau bouillie, n'est pas suffisant et il faut au moins les échauder avec de l'eau bouillante ou bien les cuire, comme les salades.

Parmi les fruits, ce sont surtout les fraises qui doivent introduire dans le tube digestif des œufs et des germes infectieux. Leur cuisson s'impose donc. Même les cerises, qui cependant poussent sur des arbres, loin du sol, doivent être soigneusement échaudées ou euites, parce que les oiseaux qui viennent les piquer les contaminent souvent avec des matériaux contagieux.

Il est, en général, plus prudent de consommer la grande majorité des fruits sous forme de compotes ou de confitures.

Quant aux aliments d'origine animale, il n'y en a que fort peu que l'on mange crus. Le danger des huîtres a été souvent signalé et leur rôle dans l'étiologie de certains cas de fièvre typhoïde ne peut plus être mis en doute.

On est aussi suffisamment renseigné sur la possibilité de contracter des Cestodes avec de la viande de bœuf, de veau et des produits de charcuterie, ainsi qu'avec certains poissons d'eau douce insuffisamment cuits, pour que nous n'ayons pas besoin d'insister ici sur ce sujet. Il arrive encore assez souvent que les médecins prescrivent de la viande crue ou saignante à leurs malades, dont l'affaiblissement s'accroît à la suite du développement chez eux des tenias. Mais ces exemples d'inobservation

des règles d'hygiène deviennent néanmoins plus rares qu'autrefois.

On pense généralement, non seulement dans le public, mais aussi parmi les médecins, que les œufs crus ou à la coque constituent un excellent aliment. Mais on oublie que le blanc d'œuf produit dans l'oviducte, au voisinage immédiat du cloaque, contient souvent des microbes et même quelquefois des Entozoaires. Il n'est pas douteux que des crèmes de pâtisserie, qui provoquent parfois des maladies très graves, doivent leur nocuité au blanc d'œuf cru ou insuffisamment chauffé. Il faut donc signaler ce danger et conseiller de ne manger des œufs qu'à l'état suffisamment cuit.

Il est non seulement très utile de ne prendre que la nourriture ayant subi le chauffage à 65°-100° et au-dessus, mais il faut souvent, surtout en temps d'épidémies de choléra et d'autres maladies intestinales, veiller à ce que les aliments ne soient pas touchés avec des mains suspectes. Dans ce but, on devrait installer des plateaux chauffés avec des lampes à alcool, sur lesquels on poserait les mets avant leur consommation.

Les mesures que je préconise peuvent au premier abord paraître difficiles à réaliser. Je puis cependant certifier qu'une fois l'habitude prise, elles entrent dans la pratique sans inconvénient. On pense souvent que les aliments crus sont indispensables à la santé. M. Charrin a publié plusieurs notes, dans lesquelles il cherche à prouver que les lapins nourris avec des aliments stérilisés se développent moins bien et meurent plus souvent que les lapins nourris de la façon habituelle. Sans entrer dans la discussion des arguments de M. Charrin, et même en acceptant les résultats de ses expériences comme intangibles, il ne faut pas perdre de vue qu'ils s'appliquent aux lapins, c'est-à-dire à des herbivores qui doivent utiliser la cellulose de leur nourriture. Or, la cellulose n'est digérée que par des ferments microbiens, qui doivent être moins abondants chez des lapins élevés avec des aliments stériles. Ces résultats ne peuvent donc être étendus à l'homme.

M. Ch. Richet a insisté récemment sur ce fait que les chiens, nourris avec de la viande crue, réparent beaucoup plus vite leurs pertes et résistent mieux à la tuberculose que les chiens nourris avec de la viande cuite. Cet argument peut avoir sa valeur en ce qui concerne l'alimentation de l'homme, et, partant, doit être pris en considération. Il peut arriver aussi que, dans quelques cas, la consommation de lait cru présente un réel avantage.

En vue de ces faits, il serait utile de donner au public la possibilité de prendre des aliments crus et en même temps exempts de danger. Il y aurait donc lieu d'appliquer, pour l'obtention de lait

aseptique, les procédés préconisés par M. Willem et autres. Seulement, les difficultés que présentent ces méthodes empêcheront d'étendre beaucoup la consommation du lait cru.

Quant à la viande de boucherie, l'emploi de celle de mouton, cuite superficiellement et crue à l'intérieur, suffirait largement à tous les besoins.

On pourrait faire pousser des légumes et des fraises dans des conditions hygiéniques satisfaisantes, de façon à permettre leur consommation à l'état cru. Dans ce but, il faudrait surveiller scrupuleusement le sol et les engrais et n'employer pour l'arrosage que de l'eau irréprochable. Parmi les variétés de fraises, celle qui porte le nom de « Capronnier » pourrait rendre des services réels, car la tige est élevée et les fruits ne touchent pas le sol. Elle se distingue aussi par son goût et son parfum particulièrement bons.

Dans l'avenir, lorsque l'hygiène pénétrera dans les mœurs, il n'y aura plus besoin d'insister sur la consommation des aliments suffisamment chauffés. Mais, actuellement, il est indispensable, pour les personnes qui veulent suivre les règles d'hygiène, de faire bouillir les boissons et de faire suffisamment cuire les aliments solides. Ce n'est que dans ces conditions que l'on évitera la pénétration dans le tube digestif des microbes nuisibles et des parasites qui leur ouvrent la porte d'entrée.

IV

Il est impossible de nier que le régime, basé sur les principes que nous avons exposés, assurera l'organisme contre toutes sortes de maladies du tube digestif. Il est même possible qu'il permette en même temps d'éviter certaines affections, contre lesquelles la science actuelle est presque complètement impuissante.

Il est frappant que, tandis que certaines maladies infectieuses, telles que la peste humaine et la lèpre, deviennent de plus en plus rares, d'autres, au contraire, sévissent avec plus de fréquence. Parmi celles-ci, il faut citer l'appendicite et le cancer. Ces deux maladies ont encore cet autre point commun qu'elles s'observent très souvent dans les classes aisées et même riches. N'y aurait-il pas quelque cause commune à ces deux maladies qui expliquerait leur accroissement parallèle ?

Nous avons mentionné plus haut quelques faits qui démontrent les rapports entre les Entozoaires et les néoplasies. Les premiers ne seraient-ils pas capables de servir de porte d'entrée aux parasites supposés des secondes ? Lorsqu'il s'agit de tumeurs malignes, il est impossible de rester dans le domaine des faits précis, puisqu'il n'y en a pas pour le moment, au moins pour tout ce qui touche

leur étiologie. Mais, lorsqu'on est obligé de recourir aux hypothèses, il est difficile de ne pas envisager la possibilité de leur nature infectieuse. Voyez ces tumeurs des souris qui sont fréquentes dans certaines localités et extrêmement rares dans d'autres. Peu virulentes au début, elles se renforcent au fur et à mesure de leurs passages par l'organisme de ces rongeurs, ainsi que l'a récemment démontré M. Ehrlich¹. Incapables de se développer comme cancers chez des souris, les variétés peu virulentes communiquent une immunité vis-à-vis des variétés plus virulentes. Ces tumeurs se comportent donc comme des maladies infectieuses, ce qui permet de supposer que, bien que réclamant un terrain propice dans l'organisme, elles tirent leur origine de quelque germe venant du dehors. Or, pour être introduits, ces germes peuvent se servir de l'intermédiaire des objets qui passent dans le corps humain sans être désinfectés.

Tandis que les tumeurs malignes en général deviennent de plus en plus fréquentes, quelques variétés de cancers s'observent, au contraire, plus rarement qu'autrefois. Ainsi, d'après le témoignage de M. Czerny², « dans les classes qui soignent la propreté de la peau, le cancer de la peau ne s'observe que dans des cas tout à fait exceptionnels et est incontestablement devenu plus rare ». A la suite de cette constatation, M. Czerny préconise la propreté rigoureuse et « peut-être aussi l'abandon des aliments crus », comme moyens de préservation contre le cancer. Je souscris d'autant plus volontiers au conseil du célèbre chirurgien allemand que, moi-même, depuis de longues années, je suis le régime de la nourriture cuite, dans l'espoir d'échapper à cette terrible maladie.

On a depuis longtemps déjà arrêté ce principe que, dans l'alimentation des petits enfants, il faut éviter de donner des aliments crus. Ce principe est bon à tous les âges et il n'y a pas de raison de l'abandonner pour les adultes et les vieillards. De cette façon, on évite autant que possible la péné-

tration dans l'organisme de causes de toutes sortes de maladies. Mais il existe encore un autre moyen pour atteindre ce but. Il consiste dans la modification de notre flore intestinale, en acclimatant dans notre tube digestif des microbes utiles. Le premier pas dans cette voie a été, à ce qu'il me semble, atteint au cours de ces dernières années.

Parmi les microbes utiles, une place d'honneur doit être réservée aux bactéries lactiques. Elles produisent l'acide lactique et, partant, empêchent le développement des ferments butyriques et de ceux de la putréfaction qui doivent compter parmi nos ennemis redoutables. Il a été démontré par toute une série de recherches, sur lesquelles nous ne pouvons pas nous arrêter ici, que certains ferments lactiques s'habituent facilement à vivre dans nos intestins, y exerçant une fonction bienfaisante. Ils empêchent les putréfactions et diminuent, par conséquent, l'excrétion des éthers sulfoconjugués. Ces mêmes ferments contribuent à régulariser les fonctions intestinales et rénales et rendent par là de grands services à l'organisme entier.

On peut consommer les ferments lactiques bien sélectionnés soit avec du lait, qui devient aigre sous leur influence, soit sous forme de culture liquide ou desséchée. Plusieurs médecins s'en servent déjà pour combattre les troubles intestinaux variés des malades de tous les âges.

Comme les putréfactions intestinales représentent une des causes de l'usure générale de l'organisme humain, il a été tout naturel de conseiller le régime que nous venons d'exposer comme un moyen de la combattre. Ce régime se résume en peu de mots. Il consiste dans la consommation des aliments privés de souillure par les microbes et les entozoaires et dans l'introduction dans le tube digestif d'une flore cultivée, où les microbes lactiques jouent un rôle prédominant³.

E. Metchnikoff,

Sous-directeur de l'Institut Pasteur.

LA LOGISTIQUE ET LA NOTION DE NOMBRE ENTIER

La *Revue* a analysé précédemment¹ les critiques adressées par M. Poincaré aux logisticiens. Il peut être intéressant de résumer un débat dont la réponse de M. Couturat et la réplique de M. Poincaré (nos 2 et 3 de la *Revue de Métaphysique et de Morale*) permettent de tirer les conclusions.

Si, en effet, on fait abstraction des discussions et des reproches de détail qu'échangent les adversaires, ceux-ci sont, au fond, bien près l'un de l'autre. « Vous nous aviez promis telle preuve, dit à plusieurs reprises M. Poincaré, et vous ne la fournissez point. » — « Il est vrai, répond M. Cou-

¹ *Deutsche medicin. Wochenschr.*, 1906, 22 mars.

² *Medizinische Klinik*, 1907, nos 17, 20, 22.

³ Voir la *Revue* du 28 février 1906, t. XVII, p. 161.

¹ Deuxième conférence de Harben, faite à l'Institut R. d'Hygiène à Londres, le 28 Mai 1906.

lurat, que nous n'avons pas fourni ce dont vous parlez, mais nous ne nous y étions nullement engagés. »

Il en est ainsi pour chacun des deux principaux points en litige.

I. — LA DÉFINITION DU NOMBRE ENTIER.

Les postulats de Peano fournissent-ils cette définition ? Et, tout d'abord, sont-ils compatibles entre eux ?

M. Couturat concède à M. Poincaré, au moins dans la première partie de son article¹, qu'il n'a pas donné de preuve à cet égard ; mais il croit cette preuve inutile pour légitimer une définition.

C'est ici le mot « définition » lui-même qui aurait besoin d'être défini ; et il conviendrait même, en ce temps de logique et d'analyse des idées, d'introduire ici deux dénominations pour deux idées différentes.

Les vraies définitions sont les définitions nominales, ou leurs équivalentes — qui se ramènent, d'ailleurs, aux premières, comme les logisticiens eux-mêmes l'ont constaté, — savoir les définitions par abstraction et les définitions par postulats, avec solution de la question d'existence.

Cette résolution, dans un sens ou dans l'autre, est nécessaire pour qu'une définition par postulats soit l'équivalent d'une définition nominale.

Il existe, d'autre part, des définitions par postulats dans lesquelles on ne se préoccupe pas d'établir l'existence de l'objet défini. Mais, à notre avis, ce sont autre chose que les définitions proprement dites, et c'est pour elles que nous proposerions de créer un nouveau mot. Disons, si l'on veut, qu'elles caractérisent — et non pas qu'elles définissent — les notions *indefinissables*. C'est le cas, par exemple, pour les symboles fondamentaux de la Logistique, qu'il est impossible de définir à proprement parler, mais qui sont « caractérisés » par un certain nombre de propriétés, les axiomes fondamentaux.

Se résigner, pour la notion de nombre entier, à une définition par postulats sans preuve d'existence, ce serait, à notre avis, convenir que cette notion est *indefinissable*.

Au reste, si l'on prétendait avoir ainsi défini les nombres entiers, cette base serait, en tout cas, manifestement insuffisante pour fonder l'Arithmétique, ce qui est le but final que l'on a en vue. En fait, M. Couturat abandonne, un peu plus loin, l'attitude qu'il a adoptée tout d'abord, et se préoccupe, lui aussi, de la compatibilité des postulats.

Comment y aurait-il lieu de démontrer cette

compatibilité ? Sur ce point ont été émises, des deux côtés, des opinions auxquelles nous ne souscrivons point.

Nous ne croyons point, comme M. Poincaré, qu'il suffise pour cela d'établir l'absence de contradiction entre leurs conséquences (*Widerspruchslosigkeit*). Cette opinion est, nous le savons, celle que professent beaucoup de mathématiciens contemporains, à l'exemple de M. Hilbert ; elle ne nous en paraît pas moins sujette à caution. De ce qu'un objet existe, résulte forcément que nos raisonnements ne feront jamais apercevoir de contradictions entre ses propriétés ; mais l'inverse, pour nous (comme pour M. Fregel, n'est nullement évident.

Par contre, si l'on réduit la question à celle de la « *Widerspruchslosigkeit* », il faudrait que celle-ci fût établie. Se contenter de la tenir, *a priori*, et en l'absence de toute démonstration, pour certaine jusqu'à ce qu'une contradiction soit mise en évidence, c'est dire qu'on renonce à la solution.

Nous ne comprenons pas d'ailleurs pourquoi M. Couturat, si familier d'habitude avec la méthode mathématique, considère des démonstrations de cette espèce comme toujours impossibles, ni comment il se refuse à voir dans l'induction complète le véritable moyen de les obtenir¹.

Ce qu'il y a de curieux, c'est qu'ici l'auteur prêche contre son propre saint. Les démonstrations de « *Widerspruchslosigkeit* » pourront, en d'autres circonstances (où l'induction complète n'impliquera pas de pétition de principe), offrir un grand intérêt. Mais elles reposeront nécessairement sur une énumération exacte et complète des procédés logiques mis en œuvre : c'est-à-dire sur la Logistique. Elles offriront une circonstance où l'intervention de cette dernière ou d'une doctrine analogue, au lieu d'être simplement utile, sera rigoureusement indispensable.

Mais, nous l'avons dit, les logisticiens ne revendiquent pas ici, en réalité, le droit d'énoncer des postulats incompatibles. Ils prétendent même présenter pour le système des nombres entiers, non plus une définition par postulats, mais une définition nominale².

Malheureusement, celle-ci — toujours au point

¹ Encore moins pouvons-nous comprendre les objections qu'il oppose *loc. cit.*, p. 238) à la représentation d'un raisonnement par une suite de propositions rangées dans un ordre déterminé. Dans l'exemple qu'il invoque lui-même, il commence par disposer ses propositions en suite linéaire, et le fait qu'il puisse ensuite les disposer autrement ne change rien à cela. En réalité, un raisonnement dont les propositions ne pourraient pas se ranger en suite linéaire s'appellerait, pour nous, comme pour M. Couturat, comme pour tout le monde, un cercle vicieux.

² *Loc. cit.*, p. 241.

¹ *Revue de Mét. et de Morale, loc. cit.*, p. 231.

de vie de l'existence — offre, à son tour, une lacune grave. Elle est ainsi conçue (*Ibid.*, p. 243) :

« L'ensemble des nombres entiers finis est la classe des x contenus dans toute classe s (classe « récurrente ») qui contient 0 et qui contient $n + 1$, dès qu'elle contient n . »

Elle serait légitime si l'on pouvait affirmer l'existence d'une seule classe récurrente, c'est-à-dire d'une seule classe telle que s . Elle n'aurait aucun sens dans le cas contraire.

Or, sur ce point, aucune démonstration n'est fournie. Du moins n'en trouvons-nous aucune dans l'article de M. Couturat. Il ferait œuvre utile en nous faisant profiter de sa connaissance approfondie du sujet pour nous dire si cette démonstration, qui paraît fort difficile, a été donnée par M. Russell.

Mais, après tout, est-ce bien avec la définition du *système* des nombres entiers que la difficulté commence?

N'allons pas si loin et prenons la définition du nombre *un*. Si M. Couturat se défendait seulement d'avoir employé dans cette définition le mot *un*, nous lui donnerions gain de cause. Dans les définitions qu'il propose, par exemple dans celle-ci (*Ibid.*, p. 225) : « Un est la classe des classes u non nulles telles que, si x est un u , la classe des u non identiques à x est nulle », il est fondé à dire que tous les *un* autres que le premier sont pris dans le sens de l'article indéfini (en anglais, *a*) et non dans celui du nom de nombre (*one*).

Mais il va plus loin et prétend n'avoir pas même ainsi introduit d'avance l'idée du nombre *un*.

En est-il bien sûr? Nous serions peut-être convaincu par les raisonnements métaphysiques qu'il développe dans ce but si, en lisant cette définition de *un*, nous ne songions à la suivante pour le nombre *deux* :

« Deux est la classe des classes u telles que, si x est un u , si y est un u , et que x ne soit pas identique à y , la classe des u non identiques à x et non identiques à y est nulle. »

Supposons qu'on soumette cette seconde définition aux logisticiens (la question de savoir s'ils en ont d'autres à proposer étant, bien entendu, écartée). Qu'en penseraient-ils?

La récuseront-ils? Ils n'y peuvent songer. Elle est tout aussi conforme que la première aux règles de la Logistique. Nous ne la traduirons pas en symboles logistiques, et pour cause; mais nul doute que cette traduction ne soit aisée. On est alors le maître qui nous empêcherait de parler de x et de y dans le cas actuel et nous le permettrait dans la proposition : « Si $x = y$, $y = x$? » Une telle interdiction serait la négation même de la Logistique.

Mais, si cette définition est reconnue comme vala-

ble, comment soutenir qu'elle n'implique pas l'idée du nombre *deux*, et la précédente, celle du nombre *un*? Où réside la différence qui les sépare, si ce n'est dans le fait qu'il a une lettre d'un côté, *deux* de l'autre? Et si les nombres étaient plus grands, comment ferait-on la distinction autrement qu'en comptant?

Que conclure de là?

Que c'est l'anglais qui a tort de faire la distinction entre *a* et *one*, et que, perçue ou non, que l'attention se porte sur elle ou non, l'idée de nombre est dans toutes nos pensées, y compris, sans doute, les symboles fondamentaux de la Logistique?

Pas même : notre scepticisme suivra ici Montaigne et dépassera la négation. Les phrases précédemment citées supposent-elles l'idée de nombre? Nous n'en savons rien, ni M. Couturat, ni personne. Il faudrait faire résoudre cette question par un être capable de raisonner, mais ignorant de l'idée de nombre, ou nous mettre à la place d'un tel être. Comme c'est une opération dont nous sommes incapables et qu'aucun Wells ne saurait tenter (ô qui nous rendra nos souvenirs d'enfants à la mamelle — ou peut-être même de *fortus*!), nous ignorons même si la question a un sens¹.

Que les logisticiens ne prétendent donc pas avoir défini le nombre entier et qu'ils se contentent de l'avoir *caractérisé*, ce qui est bien quelque chose.

II. — LA VALEUR DE LA LOGISTIQUE.

Le reproche grave qu'encourt la Logistique — passons sur d'autres qui nous paraissent beaucoup moins sérieux — est qu'elle ne peut pas empêcher les erreurs de raisonnement. « Elle n'a jamais eu la prétention de rendre ces erreurs complètement impossibles », répond M. Couturat. « Il suffit qu'elle aide souvent à les éviter. »

La réponse paraît faible. Si les règles de la nouvelle logique ne nous garantissent qu'incomplètement l'exactitude du raisonnement, non seulement M. Poincaré est fondé à leur reprocher les entraves, la lourdeur qu'elle y apporte, — à vouloir, selon son expression, que, « si une valeur ne rapporte pas de gros intérêts, ce soit un placement de père de famille »; — mais même cette demi-garantie peut, à notre sens, devenir illusoire, voire dangereuse. N'a-t-on pas appris à se méfier des block-systems trop perfectionnés qui, sans remplacer complètement le soin et la vigilance, les endorment parfois?

Dans une circonstance où, précédemment, il y avait une erreur à éviter, — nous voulons parler

¹ C'est dire que nous ne sommes pas convaincu par les arguments de M. König, lorsqu'il prétend (*C. R. Ac. Sc.*, 9 juillet 1906) ne pas utiliser la notion de nombre entier dans la démonstration du théorème de Bernstein.

du paradoxe de Burali-Forti, — les logisticiens n'ont pas su y échapper. Les mathématiciens non plus, je le sais, même ceux qui ne font pas de Logistique. Soit, mais encore y a-t-il une nuance. Ces derniers n'avaient pas tout d'abord reconnu le vice du raisonnement : ils l'ont trouvé aujourd'hui. M. Poincaré l'explique d'une manière qui, à notre avis, ne laisse place à aucune obscurité. Il confirme l'opinion que nous avançons ici même¹, à savoir que ce défaut est, au fond, le même qui a été si clairement mis en évidence par M. Richard pour un paradoxe analogue². C'est, dans les deux cas, un emploi abusif du mot « tous » qui crée un cercle vicieux dans la définition.

Or, non seulement ce ne sont point les logisticiens qui, en cette circonstance, ont trouvé la solution, mais, à l'envers et comme de propos délibéré, ils s'en éloignent.

M. Burali-Forti, revenant à la charge, somme M. Poincaré, ou d'admettre son raisonnement, ou de le contredire sur l'un ou l'autre de deux points qu'il désigne à l'exclusion des autres. Inutile d'ajouter que ces points ne sont pas ceux où réside l'erreur, absolument comme lorsqu'un prestidigitateur insiste pour nous faire examiner le chapeau sur lequel il va opérer, on peut être sûr que cet examen est superflu et que le tour de passe-passe est ailleurs. M. Russell, lui, croit devoir démolir l'édifice même de la Logistique qu'il a construit et modifier ses principes en distinguant entre les cas où ils sont applicables et ceux où ils sont censés ne point l'être. Malheureusement, — ou plutôt heureusement, car cela équivaldrait à la mise en question de tout raisonnement déductif, — ces distinctions, inutiles (comme nous venons de le voir) à l'explication du paradoxe, ne reposent jusqu'à présent sur aucun fondement solide.

Si donc, en cette circonstance, l'erreur initiale fut humaine, on est en droit de reprocher aux logisticiens d'y avoir diaboliquement persévéré. On le peut d'autant plus que la préoccupation de sauver leur théorie (au prix, il est vrai, d'un profond bouleversement) et de maintenir les prétentions qu'ils fondent sur elle, n'est sans doute pas étrangère à la solution qu'ils ont adoptée.

Si, en effet, cette solution était juste, il faudrait sacrifier une des prémisses du raisonnement (la notion de classe, telle que tout le monde la conçoit), sacrifier que les logisticiens accepteraient allègrement parce qu'il ne s'imposerait pas uniquement à eux, et qu'il ruinerait la Logique de leurs adversaires en même temps que la leur

propre. De cette prémisse fautive, les conséquences devraient être, d'après eux, regardées comme correctement déduites.

Il leur en coûtera sans doute d'accepter la solution véritable, qui fait, au contraire, résider l'erreur non dans les prémisses, mais dans la déduction elle-même, et cela quoiqu'elle ait été faite d'une manière entièrement conforme aux règles de la Logistique.

Il est donc vain et même dangereux de considérer ces règles comme infaillibles, même lorsqu'elles sont rigoureusement appliquées. Ce ne sont pas elles qui doivent juger le bon sens, mais lui qui doit les juger. C'est lui qui indiquera, par exemple, les modifications à leur apporter en présence du paradoxe de Burali-Forti, modifications dont rien ne permet, d'ailleurs, d'affirmer qu'elles seront les dernières.

La Logistique ne saurait en un mot prétendre, du moins quant à présent, à créer des raisonnements autres ou meilleurs que ceux que l'on peut faire sans elle ; — l'application au domaine juridique (*sic*), parue dans le numéro de juillet de la *Revue de Métaphysique et de Morale*, n'est pas pour nous faire changer d'opinion. — Qu'elle se contente d'avoir analysé le raisonnement tel que tout le monde le fait et d'avoir dressé un catalogue de ses opérations. Le rôle est assez beau : c'est celui que, dans un autre domaine, M. Poincaré assigne à la Physique mathématique.

Nous ne saurions abandonner l'article de M. Poincaré sans ajouter que, à la suite de ses remarques sur la légitimité des définitions, il est conduit à revenir sur la démonstration de M. Zermelo relative à l'ordination du continu et à la révoquer en doute à un point de vue autre qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Mais c'est un sujet qui demande à être traité à part. Nous n'en parlerions pas à présent s'il ne nous fournissait un nouvel exemple du genre de services que l'on est en droit d'attendre de la Logistique.

Si, en effet, nous considérions comme démontré que l'ordination du continu est possible, il resterait, on le sait, à rechercher si nous pouvons indiquer cette ordination. Cette question est-elle résoluble ? a-t-elle même un sens rigoureux ? Oui, si l'on considère comme donné l'ensemble des procédés logiques dont nous disposons et que nous pouvons combiner un nombre fini quelconque de fois. Autrement dit, cette question appartient au domaine propre de la Logistique. Mais, n'en déplaise aux logisticiens, c'est encore l'induction complète qu'il faudrait employer pour sa résolution.

J. Hadamard,

Professeur-adjoint à la Sorbonne,
Professeur suppléant au Collège de France.

¹ *Revue gen. des Sc.*, t. XVI, p. 241.

² *Ibid.*, p. 541. — Nous devons ajouter que le paradoxe, mais non sa solution, nous avait été signalé il y a plusieurs années par M. Guadet.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Œuvres de Charles Hermite, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par M. Emile Picard, membre de l'Institut. Tome I. — 1 vol. in-8° de 498 pages. (Prix : 18 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

La publication des travaux d'Hermite était souhaitée par tous les géomètres : sous les auspices de l'Académie des Sciences, M. Picard s'est empressé de donner satisfaction à ce désir. Le premier volume, qui vient de paraître, est illustré d'un curieux portrait d'Hermite à l'âge de vingt-cinq ans; il débute par une très belle Notice reproduisant la leçon inaugurale de M. Picard lorsqu'il succéda à l'illustre maître. Ce volume contient les Mémoires publiés de 1812 à 1858; on y remarque d'abord un travail sur l'impossibilité de la résolution algébrique de l'équation du 5^{ème} degré, qu'Hermite écrivit lorsqu'il était encore élève de mathématiques spéciales à Louis-le-Grand, et qui pourrait aisément devenir classique. Ce Mémoire est suivi des travaux du polytechnicien Hermite sur la division des fonctions abéliennes : lettre célèbre de Jacobi (1843), et mémoire inséré au Recueil des Savants étrangers; une seconde lettre à Jacobi (1844), souvent citée, établit les principes de la théorie des fonctions θ . Un Mémoire de généralisation des fonctions abéliennes et quelques travaux sur les fonctions elliptiques terminent cette première partie.

On arrive alors aux belles recherches sur la théorie des nombres, en commençant par les quatre célèbres lettres à Jacobi, d'une si grande puissance d'invention; le principe des méthodes est emprunté à la théorie des formes quadratiques à n variables; Hermite y donne une expression du minimum des valeurs de la forme pour des valeurs entières non toutes nulles des variables, à l'aide du discriminant, et il introduit le principe, si important au point de vue arithmétique, de la réduction continue des formes. Puis viennent les Mémoires sur la théorie des formes quadratiques (1833), leur application à la théorie des nombres et aux théorèmes de Sturm et de Cauchy, et enfin le Mémoire sur les formes binaires, capital pour la recherche des invariants et covariants, et qui contient notamment la célèbre loi de réciprocité.

Ce premier volume se termine par le beau Mémoire de 1855 sur la transformation des fonctions abéliennes et par quelques travaux sur les fonctions elliptiques.

Il est à peine besoin de signaler le soin apporté à cette publication, entièrement revue par MM. Picard et Stoûff, et enrichie, en outre, par M. Picard de notes des plus intéressantes.

M. LEBLONDRE,

Professeur au Lycée
et à l'École des Sciences de Rouen.

Dwelschauwers Dery (N.), Professeur émérite à l'Université de Liège, Correspondant de l'Institut. — Quelques Antiquités mécaniques de la Belgique. — Extrait des Actes du Congrès de Liège, section de Mécanique appliquée. Imprimerie Jules Massart, Trooz, 1906.

Le savant professeur de Liège a communiqué aux ingénieurs du Congrès de 1905 une substantielle et très intéressante étude sur la construction mécanique en Belgique, dans laquelle il a réuni de curieux documents, que ce travail sauvera de l'oubli. C'est un hommage rendu au talent des constructeurs belges, dont l'esprit d'initiative et l'activité méritent d'être signalés

et donnés comme exemple à leurs collègues de France, d'Angleterre et d'Allemagne.

On voyait encore en 1889, à Strépy-Bracquegnies, une machine à feu du type de Newcomen, construite en 1806; malgré son grand âge, de quatre-vingt-trois ans, elle rendait toujours service. A La Louvière marchait une machine analogue, née en 1810, et à Bascoûp une autre de 1829; cette dernière avait une puissance de 40 chevaux, et elle consommait environ 8 kilogs de charbon par cheval-heure effectif. A la fosse de l'Espérance fonctionne aussi une machine de Watt, à double effet, basse pression et condensation, sur laquelle M. Dwelschauwers a pris de nombreux diagrammes pendant qu'elle élevait 350 litres d'eau à 12^m, 45 par minute; ce vieux serviteur n'a jamais donné de soucis à ses maîtres : c'est un rare exemple auquel il convient de rendre hommage. L'auteur de ce Mémoire a recueilli les contrats de construction et les procès-verbaux de réception du moteur; il nous donne aussi les premiers règlements de police sur les machines et chaudières, à vapeur remontant à 1824.

D'intéressants renseignements, fournis en partie par M. Kraft, nous font connaître les essais d'Ericsson à la Société Cockerill de Seraing, qui a toujours favorisé les entreprises des hommes de progrès. Mais c'est à la célèbre machine de Marly que M. Dwelschauwers consacre le plus de pages : elle est l'œuvre de deux Belges, un charpentier, Renkin Sualem, qualifié d'*alphabetes* par un chroniqueur, et un gentilhomme lillois, le sieur de Ville, qui lisait, écrivait et négociait pour son collaborateur illettré, et sut captiver la confiance de Colbert et du grand roi. M. Dwelschauwers écrit l'histoire de cette fameuse machinerie, d'après Weidler, Beldorf, Prony, Montgolfier, etc.; il y joint quelques documents inédits qui éclaircissent plusieurs faits obscurs et nous signalons tout particulièrement à l'attention des chercheurs.

AIMÉ WITZ,

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Lockyer (Sir Norman), Membre de la Société royale de Londres, Correspondant de l'Institut de France. — L'Évolution inorganique étudiée par l'Analyse spectrale. — 1 vol. in-8° de 304 pages et 45 figures de la Bibliothèque scientifique internationale. Félix Alcan, éditeur, 408, boulevard Saint-Germain. Paris, 1906.

Au lendemain des immortelles découvertes de Kirchhoff et Bunsen, la notion : « l'un élément, un spectre, devint presque un axiome pour les physiciens et les chimistes, et c'est sur cet axiome que resta fondée, pendant longtemps, l'analyse spectrale aussi bien céleste que terrestre.

Mais on avait été trompé par une trop grande uniformité des moyens d'investigation. Les spectres que l'on avait produits dans des flammes et le spectre de la couche de renversement du Soleil étaient engendrés par des corps excités à des températures relativement peu différentes, et cette raison seule avait été la condition de leur identité. Mais soit l'observation du spectre de l'arc ou de l'étincelle chaude, soit celle des raies brillantes de la chromosphère du Soleil, soit surtout l'étude des étoiles blanches ou bleues montra que la conclusion avait été hâtive, et enseigna qu'un même corps peut donner des spectres différents suivant les circonstances dans lesquelles il devient lumineux.

La cause première de ces différences pouvait être cherchée dans des directions diverses. L'hypothèse

dite « de la cloche » eut de chauds partisans; une même cloche, ou un même diapason, frappé différemment, peuvent émettre des sons de qualités très diverses, et cependant la source est toujours la même. C'était l'hypothèse timide, et, par conséquent, celle qu'il convenait d'examiner la première. Mais elle devint bientôt insuffisante. Une autre hypothèse, plus hardie, puisqu'à l'époque dont je parle on contestait peu l'indépendance des éléments chimiques, et que la notion de dissociation était toute nouvelle, devait consister à admettre que le complexe (molécule ou autre construction) qui émet la lumière est variable, pour un même corps, suivant l'état dans lequel il est amené, en particulier suivant la température ou les diverses actions extérieures auxquelles il est soumis.

L'existence des deux spectres de l'iode, correspondant aux deux densités de ce corps, constatées par Sainte-Claire Deville et M. Troost, est, depuis longtemps, un puissant argument en faveur de cette dernière hypothèse. Mais il fallut de longues et pénibles études pour lui donner corps, et pour permettre le développement, tout moderne, de l'idée d'une variabilité dans la constitution de la molécule d'un même corps chimique.

Cette idée, Sir Norman Lockyer en poursuivit la démonstration depuis plus de trente ans, car elle lui vint à l'esprit peu après le début de ses premières recherches de spectroscopie, qui datent déjà d'une quarantaine d'années. Il a beaucoup combattu pour elle, s'est attaché à réfuter de nombreuses objections, a accumulé un nombre énorme d'expériences, et, finalement, l'a exposée dans son ensemble en 1900, dans l'ouvrage que nous avons sous les yeux, et que M. E. d'Hooghe vient de traduire.

Mais, dirait-on, si les spectres varient, que devient l'analyse spectrale des astres? Car c'est bien sur l'identité des raies dans les spectres des laboratoires et les spectres des étoiles que l'on fonde la détermination des éléments constitutifs de ces dernières; quels que soient les moyens mis à la disposition des chercheurs, les températures terrestres n'ont jamais atteint celle des creusets géants que nous offre le ciel étoilé.

C'est que, si les spectres se modifient, ils ne le font pas sans suivre certaines règles, que l'on a peu à peu découvertes. Tel spectre terrestre conservera certaines de ses raies, qui se trouveront renforcées dans les autres; ainsi, le fer, auquel Kirchhoff attribuait 160 raies dans la région qu'il avait explorée, n'en montre plus que trois dans la chromosphère solaire, ainsi que l'a trouvé Sir Norman Lockyer, mais ces trois raies sont bien aux endroits précis de trois raies du fer.

Puis, les spectres ne sont plus le fouillis inextricable que l'on a cru autrefois: les raies ont une distribution régulière, souvent très difficile à mettre en évidence, mais que la patience des chercheurs a presque partout mise en lumière.

Dès l'année 1869, M. Mascart, à propos de ses études sur les spectres ultra-violettes, relevait la similitude relative des triplets, et émettait l'opinion que cette distribution régulière des raies d'un même spectre n'est pas due au hasard. Puis Balmer, cherchant à mettre dans une formule les résultats des admirables mesures de Cornu sur le spectre de l'hydrogène, donna le premier type d'une loi numérique simple qui, depuis, a fait fortune dans les mains de spectroscopistes comme MM. Kayser et Hunge ou M. Rydberg. La considération de cette formule de Balmer permit une conclusion de la plus haute importance, qui est la suivante: Mise sous une certaine forme, elle reproduit les fréquences des raies de l'hydrogène lorsque le nombre variable est un nombre pair. Mais M. Kayser découvrit, dans un spectre stellaire, une série régulière, exactement rendue par la formule de Balmer, avec un argument impair. Il n'hésita pas à attribuer ce spectre à un hydrogène différent de l'hydrogène terrestre, à un corps encore simplifié par l'action d'une température très élevée.

Mais l'idée de la distribution régulière des raies a été encore plus féconde. Dès l'année 1890, MM. Runge

et Paschen montraient que les spectres des métaux alcalins, d'apparence irrégulière, se résolvent en séries qui apparaissent avec évidence lorsqu'on a eu préalablement le soin de séparer les uns des autres des triplets de raies. On vit alors qu'une série entière peut disparaître d'un spectre et que l'élimination d'un groupe de raies ne se fait pas au hasard, mais est systématique.

C'est alors que par une marche en avant, pas à pas, marche pénible d'assimilations successives, à laquelle Sir Norman Lockyer eut la plus grande part, que l'on put, dans les spectres des étoiles, identifier aux corps terrestres certains éléments, d'origine évidemment semblable, mais qui, cependant, en différaient par un caractère généralement plus simple. Ce sont ces corps que Sir Norman Lockyer nomme des *protométaux*. Il a pu distinguer ainsi le protocalcium, le protofer, le protomagnésium, etc. Et des considérations en quelque mesure indépendantes de la simplification, puis surtout des assimilations graduelles permirent d'acquiescer à la conviction que la simplification allait toujours de pair avec l'élévation de la température.

Mais d'autres découvertes soulevaient des difficultés: certaines étoiles semblent ne posséder qu'un petit nombre d'éléments, parmi lesquels l'hydrogène et les gaz de la clévéite sont, pour ainsi dire, toujours présents.

Fallait-il supposer que ces astres ont été constitués aux dépens de matière répartie dans une région, dans une « paroisse » du ciel, d'où les autres éléments étaient absents, ou du moins où ils étaient très rares? Mais une étude statistique poussée très loin montra que cette hypothèse était encore insuffisante.

C'est alors que l'auteur entra au cœur même de la question, en poussant à ses extrêmes limites la notion de la dissociation. Ce ne sont plus, d'après lui, seulement des simplifications de structure des éléments que l'on doit admettre. Il est clair que, si l'iode a été si facilement dissocié, un grand nombre d'autres corps simples peuvent subir le même inévitement à des températures très élevées. Mais cela aussi ne suffit pas. Il faut, pour expliquer la constitution des astres, admettre que l'existence même des éléments chimiques est liée à une certaine région de température, à laquelle chacun d'eux est spécialement adapté. C'est pour cela qu'il parle d'*évolution inorganique*, comme d'une sorte de filiation des éléments chimiques, d'une structure extrêmement simple aux températures très élevées, et qui vont en s'agglomérant à mesure que la température s'abaisse. L'hydrogène est apte à vivre à toutes les températures; il en est de même du constituant du sodium qui donne la raie D. Mais les protométaux se transforment nécessairement lorsque la température baisse, parce qu'ils perdent alors toute stabilité.

Puis, lorsque la température s'abaisse encore, on voit apparaître les polymérisations, c'est-à-dire les associations de molécules semblables et complètes. Ces polymérisations produisent les spectres cannelés, que l'on observe surtout dans les laboratoires, dans l'étude des métaux très réfractaires, et qui n'ont pas été encore suffisamment simplifiés dans les sources artificielles de chaleur.

Les recherches récentes ont fortement appuyé les hypothèses de Sir Norman Lockyer; il suffit de rappeler la séparation des gaz en corpuscules identiques, suivant le Professeur J.-J. Thomson, et la différence des rapports $\frac{e}{m}$ trouvée par M. Preston dans les éléments des triplets étudiés dans le sens du phénomène de Zeeman.

C'est ainsi que s'affirme de plus en plus cette évolution de la future Chimie vers l'idée que les éléments ne sont qu'un stade intermédiaire, adapté aux températures basses ou modérément élevées, ainsi d'ailleurs que les philosophes l'ont toujours cru possible, et que Dumas ou M. Berthelot l'ont conjecturé depuis longtemps.

La radio-activité nous a fait toucher du doigt la

transmutation. L'ouvrage de Sir Norman Lockyer était écrit, on tout au moins pensé en entier, à l'époque de la découverte du radium, et son édition anglaise avait paru avant que la démonstration de la désintégration spontanée des corps radio-actifs eût été faite. Aujourd'hui, il pourrait ajouter, à tous les arguments qu'il invoque, une preuve directe et des plus convaincantes. Il a eu le grand mérite de trouver, dans le dédale de phénomènes compliqués, un principe qui, aujourd'hui, est devenu l'évidence même sous la poussée des faits.

Mais, même avec les preuves directes qui nous sont venues récemment, l'œuvre de Sir Norman Lockyer reste éminemment utile; d'abord, elle donne une absolue généralité à un phénomène qui serait très exceptionnel, si la radio-activité, telle que nous la connaissons sur la Terre, lui était indissolublement liée. Puis, en montrant que la dissociation est poussée très loin dans les astres, il donne la possibilité de leur attribuer d'énormes réserves d'énergie que l'appellerait volontiers ultra-chimique. Et, si cette énergie, qui est, par sa nature, assimilable à celle que dégagent les corps radio-actifs, est comparable en quantité à cette dernière, on peut y voir la source d'une infinie prolongation de la vie des mondes.

Telles sont les idées qui, avec un peu d'extrapolation, se dégagent des admirables études de Sir Norman Lockyer, exposées dans un livre dont l'intérêt est si grand que le lecteur passera volontiers sur quelques défauts de clarté que la traduction accentue; la lecture des précédents ouvrages de l'auteur, auxquels il fait de nombreux renvois, préparerait excellentement à trouver ce nouvel exposé parfaitement limpide.

CH.-ED. GUILLAUME,
Directeur-adjoint au Bureau international
des Poids et Mesures.

Sicard (L.), chimiste, *Chef de la Station de recherches et d'analyses agricoles de Montpellier.* — *Étude comparative des méthodes d'analyse des engrais dans les divers pays.* — Un fascicule de 81 pages. Coulet et fils, éditeurs. Montpellier, 1906.

Il semble, pour toute personne non prévenue, que la détermination d'un élément dans un produit donné doit fournir, partout et toujours, des chiffres identiques et comparables. On a quelque peine à concevoir qu'un chimiste de Paris trouve dans un engrais, par exemple, 4 % d'acide phosphorique, et qu'un confrère de Berlin annonce une teneur de 4,5 %. Une constatation de cette nature a quelque chose de surprenant et il peut en résulter des entraves sérieuses dans les transactions, des perturbations fort regrettables au point de vue commercial et économique.

La cause initiale de ces divergences se trouve dans les méthodes d'analyse elles-mêmes, qui, non identiques dans tous les pays ou non appliquées de la même manière, font conclure à des résultats discordants.

M. Sicard a réuni en trois chapitres les procédés analytiques usités, chez les différentes nations, pour les dosages de l'azote, de l'acide phosphorique et de la potasse dans les engrais; il a mis en lumière les ressemblances ou les divergences qu'ils présentent d'un pays à l'autre.

C'est un travail de compilation très complet, élaboré et présenté avec soin; les méthodes n'y sont pas entièrement décrites dans leur technique (un débutant y chercherait en vain le détail des modes opératoires), mais bien dans un sens plus général, plus élevé, avec des vues d'ensemble sur les diverses façons d'opérer exposées comparativement et avec clarté. Ce n'est pas un ouvrage d'étude, mais un mémoire plein d'intérêt pour le chimiste. Car il est permis d'espérer que de la variété de ces méthodes naîtront des travaux d'analyse comparée, dont la science, le commerce et l'agriculture tireront grand profit.

A. ASTRUC,
Docteur en sciences,
Professeur agrégé à l'École de Pharmacie
de Montpellier.

3° Sciences naturelles

Duval (Mathias), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine, et Gley* (E.), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine.*

— *Traité élémentaire de Physiologie* : 9^e édition, considérablement modifiée et augmentée, du *Cours de Physiologie* de Küss et Duval, 1^{re} partie. — 4 vol. in-8° de 482 pages, avec nombreuses figures dans le texte. (Prix de l'ouvrage entier : 14 fr.) J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris, 1906.

À la première page du livre, une pieuse pensée évoque le souvenir d'Emile Küss, du savant qui, l'un des premiers, comprit toute l'importance de la Physiologie cellulaire, du patriote qui fut le dernier maire français de Strasbourg, et qui, député du Bas-Rhin à l'Assemblée nationale, mourut, à Bordeaux, le jour même où cette Assemblée « consentait au sacrifice de la nationalité française en Alsace ». Aussi bien ce patronage a-t-il porté bonheur à un ouvrage qui, depuis plus de trente ans, est entre les mains des étudiants et qui a contribué à l'éducation physiologique de tant de médecins. Tel que le voilà rajeuni et transformé par les soins de M. Gley, il est assuré de fournir une carrière aussi longue et aussi heureuse que celui qu'il est destiné à remplacer. Car ce n'est pas, à proprement parler, une édition qui succède à une autre : c'est une refonte complète du *Traité* que M. Gley a entreprise, et M. Duval, qui lui a laissé toute liberté dans ce travail, savait qu'il ne pouvait s'adresser à un collaborateur mieux informé de toutes les acquisitions récentes de la science. A vrai dire, l'ouvrage a été remanié si profondément que, dans la partie publiée jusqu'à présent, il n'a plus guère de commun avec l'ancien que les qualités d'exposition qui ont fait le succès des éditions précédentes et dont l'auteur des *Essais de philosophie et d'histoire de la Biologie* n'a pas eu de peine à continuer la tradition.

Le *Traité* s'ouvre sur la Physiologie cellulaire, que M. Gley, contrairement à une conception très répandue, a soin de distinguer de la Physiologie générale, dont elle constitue, il est vrai, une des bases, mais qui repose non moins sur l'étude physiologique des organes que, sur celle des cellules et des tissus et qui, par conséquent, devra être le couronnement logique de l'une et de l'autre. Et l'on voit déjà par cette distinction quel plan mûrement réfléchi a présidé à l'ordonnance des matières.

La belle et sûre méthode de l'auteur apparaît, d'ailleurs, tout aussitôt dans l'exposé des phénomènes physico-chimiques qui caractérisent la vie et l'activité des éléments anatomiques. Dans cette partie, qui occupe environ le quart du livre, sont passés successivement en revue la composition chimique des cellules et les principes constitutifs du corps humain, les propriétés physiques des cellules (diffusion, filtration, osmose), leurs propriétés chimiques, auxquelles se rattachent l'étude des ferments, leurs fonctions, c'est-à-dire leurs réactions aux excitants, manifestées et par des échanges de matière, et par des transformations d'énergie (mouvements, tropismes, production de chaleur, etc.).

Les chapitres sur la composition chimique de l'organisme, sur la tension osmotique, les méthodes qui servent à la mesurer, l'application de ses lois aux phénomènes physiologiques, sur les ferments et les fermentations, sur les fonctionnements cellulaires comptent parmi les meilleurs du livre. Pour présenter ces notions générales avec tant d'exactitude et de clarté, il fallait non seulement l'esprit de philosophie scientifique d'un physiologiste au courant de l'évolution incessante des idées, mais aussi le discernement de ce que comportent, en ces matières, les besoins d'un enseignement élémentaire.

La deuxième partie du livre est consacrée à la Physiologie spéciale : elle ne comprend encore que la

digestion avec l'étude des aliments et des rations alimentaires, l'absorption, l'étude analytique du sang et de la lymphe, le mécanisme de leur circulation. Tous ces chapitres, indistinctement, sont la mise au point parfaite des questions qui y sont traitées; et leur valeur est encore reléguée par les aperçus généraux très intéressants qui y sont entremêlés : je citerai en particulier ceux qui concernent les excitants spécifiques et les adaptations des sucs digestifs, la fixité du milieu intérieur, les conséquences des réactions vaso-motrices, la formation de la lymphe.

La précision rigoureuse de l'exposé a permis à l'auteur de réunir une somme de matériaux telle qu'on est tout surpris de les voir tenir dans le cadre restreint assigné à un ouvrage de ce genre. L'énoncé des faits est le plus souvent appuyé sur la relation d'une ou de plusieurs expériences fondamentales, soigneusement choisies, dont M. Gley est encore arrivé à multiplier les exemples, par l'emploi fréquent du petit texte.

Mais, malgré le caractère de l'ouvrage, il ne s'est pas interdit la discussion des faits et des doctrines. Il lui a paru avec raison qu'un tel traité ne devait pas être « un simple compendium des principaux faits classiques sur chaque question, mais devait montrer la signification de ces faits et aussi de quelques-uns de ceux qui, quoique moins bien établis, apparaissent pourtant déjà comme importants, et les théories auxquelles ont conduit les uns et les autres, indiquer la valeur de ces théories et surtout les idées générales qui ressortent de l'ensemble des données acquises, bref, devait contenir une partie critique et doctrinale ». Il ne s'est pas astreint non plus à passer de parti pris « sur les questions vacillantes ou indécises. Il ne faut pas que l'étudiant incline à considérer comme définitives toutes les notions qui lui sont présentées ». Nous avons cru ne pouvoir mieux faire que de laisser l'auteur lui-même exposer dans quel esprit son ouvrage est conçu. Il est certain que, grâce à l'application de ces principes, l'élève, en même temps qu'il s'assimile un riche bagage de connaissances solidement établies, est renseigné utilement, par un guide sûr et averti, sur le degré d'importance de celles qui ne rentrent pas encore dans cette catégorie et se formera ainsi une idée plus juste et plus exacte d'une science toujours en voie de développement.

Si nous ajoutons encore que le livre est écrit en un style d'une élégante simplicité, et illustré, partout où il en est besoin, de figures, schémas et tracés instructifs, nous n'exagérerons rien en affirmant qu'il représente un modèle dans son genre : aussi ce n'est pas seulement l'étudiant qui trouvera, à le lire, profit et agrément, mais ceux mêmes qui n'ont plus rien à y apprendre verront, avec un vif plaisir, les éléments de la science physiologique présentés sous une forme aussi claire et aussi attrayante.

E. WERTHEIMER,
Professeur de Physiologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Maurel (Dr. E.), *Médecin principal de réserve de la Marine, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.* — *Traité de l'Alimentation et de la Nutrition à l'état normal et pathologique. Tome I: Nos aliments.* — 1 vol. de 365 pages. G. Doin, éditeur, Paris, 1906.

Avec les progrès de la Chimie biologique, les questions d'alimentation ont pris un regain d'actualité. On ne les étudie plus seulement au point de vue empirique, mais en se fondant sur des données scientifiques.

Le *Traité* de M. Maurel répond à ces préoccupations. Il se composera de trois volumes : le premier est consacré à l'étude des aliments; le deuxième traitera des

diverses rations à l'état normal; le troisième de l'alimentation pendant la maladie. Le premier volume est d'ordre purement scientifique; les deux autres seront essentiellement pratiques.

Dans le premier volume, déjà paru, l'auteur étudie les principaux aliments dans leur mode de formation, leur constitution chimique, leur évolution dans l'organisme humain. Il montre comment le végétal constitue les aliments organiques que, par des modifications en sens contraire, l'animal doit minéraliser. Toutes les transformations synthétiques et analytiques qui se passent dans l'organisme végétal, puis dans l'organisme animal, sont exposées en détail, ce qui permettra ultérieurement de suivre de près les étapes successives du travail de la nutrition.

Ce premier volume réunit une foule de notions utiles à connaître pour celui qui veut étudier l'alimentation. Son grand intérêt scientifique vient de ce qu'il est écrit avec une connaissance approfondie de la Chimie biologique par un auteur qui, depuis de nombreuses années, consacre son temps à des recherches sur la nutrition.

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

5° Sciences diverses

Masson (Paul), *Professeur à la Faculté des Lettres et à l'Institut Colonial de Marseille.* — *Marseille et la Colonisation française.* — 1 vol. gr. in-8° de 589 pages, avec cartes, graphiques et photographies. — Barlatier, imprimeur-éditeur, Marseille, 1906.

Cet ouvrage est un monument élevé à la gloire de notre premier port de commerce, un juste tribut de reconnaissance payé à ses armateurs et à ses industriels d'autrefois et d'aujourd'hui, pour tant d'actes d'initiative, tant d'efforts tenaces, courageux et souvent désintéressés, en vue d'aider à l'expansion française. Les travaux bien connus de l'auteur sur l'histoire du trafic de la France dans le Levant et dans les Pays Barbaresques étaient de sûrs garants qu'un tel sujet serait traité avec une documentation ample, sûre et nouvelle. Et, de fait, M. Masson nous a donné un vaste et méthodique répertoire, d'esprit et d'allure absolument scientifiques, bien différent d'un livre ordinaire d'exposition. Tous ceux qui voudront aborder une étude de détail sur l'histoire commerciale de Marseille, et même sur la colonisation française en général, devront d'abord se reporter à cet excellent guide. Les successeurs et émules actuels des hardis pionniers provençaux des siècles passés y recueilleront d'utiles leçons de choses, en y voyant se former et se perpétuer les traditions auxquelles ils demeurent, malgré tout, si fortement attachés : de suivre à l'œuvre, dans ces pages, un Georges Roux, un André Brue, un Jacques Rabaud, un Albrand, ou, plus près de nous, un Victor Régis, un Verminck, leur montrera ce que peut, contre les difficultés et les périls de tout genre, contre la mauvaise fortune, contre la concurrence victorieuse, contre l'indifférence ou l'hostilité de l'État, le dévouement intelligent et obstiné.

Les quatre derniers chapitres (pp. 466 et suiv.) ont un intérêt spécial pour le géographe. L'auteur y étudie la part prise par les négociants marseillais à la mise en valeur agricole de nos possessions, le développement à Marseille des industries qui dépendent du commerce d'importation et d'exportation avec les colonies, l'évolution même de ce double commerce, la part toujours grandissante que prend la « métropole coloniale de la France » dans notre mouvement d'expansion.

J. MACHAT,
Docteur ès lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1^{er} Octobre 1906.

1^{re} SCIENCES PHYSIQUES. — M. C. Stoermer montre que les oscillations élémentaires du magnétisme terrestre de M. Eschenhagen pourraient être dues à des nuées de corpuscules venant, par exemple, du Soleil et se mouvant le long d'une trajectoire s'approchant d'une trajectoire périodique. — M. G. Arrivaud a isolé des alliages de manganèse et de molybdène trois constituants nouveaux : Mn^2Mo , $MnMo$ et $MnMo^2$. Ce sont des poudres métalliques cristallines, gris d'acier, non magnétiques, attaquables par le chlore dès la température ordinaire. — MM. L.-J. Simon et Ch. Mauguin, par l'action de KOH sur l'éther dihydronaphtyl-naphtquinoléinedicarbonique, ont obtenu la phénylnaphtquinoléine, $C^{10}H^{12}Az$, F. 188°-189°, et l'acide phénylnaphtquinoléinedicarbonique, $C^{10}H^{12}Az$, CO₂H, F. 296°. — M. L. Guignard signale la présence de l'acide cyanhydrique chez une vingtaine de Rosacées nouvelles, de la tribu des Pirées et de celle des Spirées. Ce sont presque toujours les feuilles qui fournissent la proportion la plus élevée d'HCAz.

2^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. A. Giard signale les ravages qu'exercent, dans les cultures de betteraves du Plateau central, les chenilles d'une Pyrale, le *Loxostege sticticalis*. Il serait bon d'arracher aussitôt et de faire consommer par le bétail les betteraves atteintes; les fanes et déchets de betteraves malades doivent être brûlés; enfin, il faut recommander les soins culturaux les plus scrupuleux. — M. G. Odin est parvenu à transformer les spores de *Sterigmatocystis versicolor* et d'*Aspergillus fumigatus* en formes-levures stables. Les dernières sont douées de propriétés pathogènes comme les spores originales. — M. W. Kilian a observé, en Haute-Tarentaise, près de Plan-de-Nette, sous une masse probablement charriée et remplie de schistes lustrés, des plis couchés vers l'Italie, à faciès Briançonnais, probablement autochtones. — M. E.-A. Martel montre que, dans les régions dépourvues de terrains réellement filtrants et, par conséquent, de vraies sources, la recherche et l'application d'un efficace et définitif procédé de filtrage ou de stérilisation s'imposent absolument comme nécessité sociale et hygiénique.

Séance du 8 Octobre 1906.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. E.-G. Sire. Correspondant pour la Section de Mécanique.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H.-G. Zeuthen présente ses recherches sur le principe de correspondance pour une surface algébrique. — M. J. Janssen signale les travaux exécutés à l'Observatoire du sommet du Mont-Blanc pendant l'été 1906. — MM. Ch. Féry et G. Millochau ont cherché à déterminer l'émission calorifique du Soleil au moyen du télescope pyrométrique placé au sommet du Mont-Blanc. Les courbes obtenues concordent avec celle qu'on a construite d'après les nombres donnés par Wilson en 1894. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1906. La surface totale des taches a diminué de plus de moitié sur le précédent trimestre; la surface totale des facules a légèrement augmenté. — M. G. Le Cadet a observé l'éclipse totale de Lune du 4 août 1906 à l'Observatoire central de l'Indo-Chine, à Phu-Lien. Aussitôt après s'est produit un ruban de grains de plus de 100 kilomètres de longueur, accompagné de vio-

lentes rafales, de pluie et de manifestations électriques.

2^{de} SCIENCES PHYSIQUES. — M. R. Legendre a déterminé la teneur en acide carbonique d'un grand nombre d'échantillons d'air marin, recueillis au large de la côte bretonne, de Concarneau à Saint-Nazaire. Les chiffres sont très concordants et la moyenne est de 33,5 litres par 100 mètres cubes. — M. M. Berthelot a constaté que des cristaux de quartz améthyste naturel, décolorés par la chaleur, se recolorent sous l'action des radiations du radium. Le quartz fondu, amorphe et incolore, se colore en violet sous la même influence. Il en est de même pour la fluorine violette naturelle et avec le cristal ordinaire. Ces phénomènes sont attribuables à la réduction par la chaleur, puis à la réoxydation par induction du radium, des sels de manganèse contenus dans ces corps. — M. L. Henry a préparé la pinacone succinique $(CH^3)_2C(OH).CH^3C(OH).CH^3$ par action de CH^3MgBr sur le tétracétate d'éthyle. Sous l'action de HCl fumant, elle se transforme en dichlorhydrine, F. 66-67°, qui se décompose à l'ébullition. D'autre part, l'action de l'acide sulfurique étendu la convertit en oxyde de tétraméthylène tétraméthylé symétrique, F. 116-117°. — MM. R. Lépine et Boulud montrent que le sucre virtuel du sang doit être constitué par une combinaison glycosidique; en effet, sous l'action de l'émulsine, qui dédouble plus spécialement les glycosides, on trouve une plus grande quantité de glycose dans le sang. — M. A. Boidin rappelle qu'il a déjà montré l'année dernière que les phosphates polybasiques liquéfient les empois de fécule et de grains et que l'empois fluide ainsi obtenu est saccharifiable par des Mucédinées. — M. A. Mayer est amené à considérer les globulines comme des complexes insolubles de l'albumine pure, analogues à ceux qu'elle forme avec des métaux lourds ou des colloïdes positifs, les deux catégories de substances jouissant des mêmes propriétés. — M. L. Robin décrit une méthode pour la recherche des falsifications du beurre à l'aide de la graisse de coco et de l'oléo-margarine. Elle repose sur les différences de solubilité des acides gras de ces substances dans l'eau et dans l'alcool.

3^{de} SCIENCES NATURELLES. — M. E. Roubaud, en se basant sur la forme extérieure du deuxième article du tarse aux membres postérieurs, distingue, dans l'ensemble de la famille des Simuliidés, deux types principaux : les *Pro-Simulium* et les *Eus-Simulium*. — M. Ch. Janet a constaté, dans les muscles vibrateurs des ailes des Fourmis, l'existence d'un diaphragme mésonotal et d'un diaphragme métanotal non encore décrits jusqu'ici. — M. A. Gautier, à propos de la note récente de M. Mirande, rappelle qu'il a montré, il y a longtemps, que les blessures des feuilles de vigne déterminent la formation d'un pigment rouge imitant la coloration automnale. — M. W. Lubimenco a constaté que, sous l'action d'une faible lumière, les plantules de *Pinus pinea* transforment le glucose absorbé par elles dans le milieu nutritif, de façon à augmenter leur poids sec dans une grande proportion. A une intensité lumineuse plus forte, l'assimilation des sucres s'affaiblit; mais en même temps commence la décomposition de CO₂ par l'appareil chlorophyllien. — MM. F. Frech et C. Renz montrent que le Trias est beaucoup mieux caractérisé en Grèce, par ses caractères paléontologiques, que le Crétacé; il faut vraisemblablement lui rapporter nombre des marbres métamorphiques de ce pays. — M. A. Obrecht transmet quelques informations sur le tremblement de terre du Chili du 16 août 1906. D'après les premières indications du sismographe de l'Observatoire, qui se brisa dans la suite, la majeure

partie des oscillations horizontales avaient la direction Est-Ouest.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Octobre 1906.

M. le Président annonce le décès de M. Léon Prunier, membre de l'Académie.

M. A. Fournier présente quelques observations sur la syphilis des femmes honnêtes. Sur 100 femmes affectées de syphilis, on en trouve environ 80 appartenant à la catégorie des irrégulières de tous ordres, et 20 appartenant à celle des femmes honnêtes, des femmes mariées. La femme mariée reçoit la syphilis : soit d'un mari syphilitique avant le mariage (environ 70 % des cas), soit d'un mari qui a contracté la syphilis depuis son mariage (30 % des cas). En général, la contamination se fait au cours de la première année qui suit le mariage, mais elle peut se faire deux, trois, cinq, voire sept et neuf ans plus tard. Plus des deux tiers des maris infectés ont, en se mariant, une syphilis inférieure à trois ans d'âge. Donc les syphilitiques se marient, en général, beaucoup trop tôt, bien avant d'être redevenus inoffensifs pour leur femme et leurs enfants. La faute en revient : pour une part aux médecins, qui devraient réclamer, des syphilitiques qui viennent les consulter en vue du mariage, un *stage minimum de quatre à cinq années* (avec traitement sévère) ; pour la plus grande part aux malades eux-mêmes, qui par intérêt, insouciance ou ignorance, contractent le mariage quand ils sont encore dangereux. — M. Kelsch présente quelques réflexions sur la pathogénie et la prophylaxie actuelles du paludisme. Il se demande si le mode d'infection par les moustiques porteurs d'hématozoaires est tout. Il cite des exemples d'épidémies fondroyantes, fauchant des soldats terrassiers ou des colons, épidémies qui parlent en faveur d'un rôle nocif joué par la terre ou les poussières soulevées. Il fait remarquer, d'autre part, que les nombreux malades, venant des colonies et envoyés en convalescence dans les coins les plus divers de la France, ne deviennent jamais l'origine de foyers épidémiques, malgré la présence de moustiques en nombre de ces points. Enfin, il rappelle les oscillations de virulence que subit la maladie dans les pays où elle sévit. Il y a donc, semble-t-il, des causes secondes, telles que l'échauffement de l'atmosphère ambiante et les déplacements de terre, dont il faut tenir un grand compte.

Séance du 9 Octobre 1906.

M. N. Gréhan présente un Rapport sur un Mémoire de M. M. Nieloux relatif à son procédé de dosage du chloroforme dans le sang et dans les tissus. — M. A. Fournier termine ses observations sur la syphilis des femmes honnêtes. Il insiste sur l'existence de contaminations de la femme par le mari syphilitique en pleine période tertiaire à des termes très éloignés du mariage (jusqu'à neuf ans après). Il y a donc lieu de faire l'éducation des malades relativement aux dangers de la contagion syphilitique tardive. En particulier, tout sujet syphilitique candidat au mariage a l'obligation morale, s'il est fumeur, et surtout grand fumeur, de renoncer au tabac, qui est par excellence un provocateur d'accidents buccaux très contagieux. Il y a malheureusement lieu de constater que toute femme contaminée par son mari est condamnée, sauf exceptions rares, à n'être que très insuffisamment traitée, et reste par cela même exposée aux dangers usuels des syphilis mal traitées.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 31 Mai 1906 (suite).

MM. D. A. Welsh et H. G. Chapman : Sur la source principale de la substance précipitable et sur le rôle du protéide homologue dans les réactions de précipitation. Conclusions : 1° Le protéide homologue n'est pas

entièrement enlevé du fluide surnageant d'une réaction de précipitation quand il est plus que suffisant ou insuffisant à neutraliser toute la précipité présente ; 2° La substance qui est éliminée de la solution dérive principalement de l'anti-sérum ; 3° Le caractère d'un anti-sérum dépend de deux facteurs qui sont mutuellement indépendants : a) le contenu précipitable ; b) sa précipitabilité ; 4° Le contenu précipitable est indiqué par le précipité maximum obtenu d'une quantité donnée d'anti-sérum ; 5° Sa précipitabilité est indiquée par la quantité minimum de protéide homologue qui neutralisera complètement la précipité dans une quantité donnée d'anti-sérum ; 6° Le contenu solide d'un anti-sérum de précipité est plus élevé relativement que celui du sérum naturel.

Séance du 14 Juin 1906 (suite).

MM. H.-E. Armstrong et E. Ormerod : Etudes sur l'action des enzymes. II. *Lipase*. On sait que les agents hydrolytiques ordinaires paraissent agir plus rapidement sur les termes inférieurs d'une série de sels homologues. Pourquoi donc les sels éthers dérivant des termes inférieurs de la série de l'acide acétique sont-ils moins rapidement hydrolysés par la lipase que ceux des termes supérieurs ? Les auteurs sont amenés à conclure que l'hydrolyse d'un sel étheré par la lipase suppose l'association directe de l'enzyme avec le centre carboxylique, et qu'une telle association peut être empêchée par l'hydratation de ce centre ; en conséquence, les sels qui ont le plus d'attraction pour l'eau seront les moins rapidement hydrolysés. Les faits sont généralement d'accord avec cette théorie, la solubilité dans l'eau des sels-ethers diminuant lorsque la série progresse ; des sels comme le formiate et l'acétate d'éthyle tendent à former des hydrates en solution. Les différences observées entre les lipases animale et végétale tiennent plus aux variations de leur pouvoir d'émulsion qu'à des particularités inhérentes au lipoclaste.

Séance du 21 Juin 1906 (suite).

M. S. Young présente ses recherches sur l'opalescence des fluides près de la température critique. Les expériences analogues de Travers et Usher ont été faites à volume constant, la température étant élevée très lentement. Dans les expériences de l'auteur, la substance était maintenue à la température critique, le volume variant de quantités égales. En voici les résultats : 1° Quand les observations sont faites pendant la compression, aucune opalescence n'est visible jusqu'à ce qu'un volume défini soit atteint ; l'opalescence apparaît alors au fond du tube, c'est-à-dire juste au-dessus du mercure ; si l'on comprime davantage, l'opalescence du brouillard devient plus dense et s'étend plus haut dans le tube ; près du volume critique, le brouillard est très dense, surtout vers le milieu ; si l'on continue à comprimer, le brouillard disparaît en bas, mais devient plus dense en haut ; la partie claire s'étend vers le haut et le brouillard disparaît finalement au sommet du tube. Quand les observations sont faites pendant la détente, les phénomènes sont très analogues ; toutefois, le brouillard est généralement situé plus bas dans le tube. 2° Les limites de volume entre lesquelles le brouillard a été visible sont à peu près les mêmes pour les quatre paraffines examinées, soit : 1,17 ou 1,18 à 0,87 ou 0,88 (volume critique = 1). 3° A des températures légèrement supérieures, le brouillard a été beaucoup moins dense et l'échelle des volumes plus restreinte. Il semble probable que la position de l'opalescence maximum dépend du volume.

Séance du 28 Juin 1906 (suite).

M. G. H. Hull a étudié l'influence des champs électriques sur les lignes spectrales. Toutes les expériences ont montré qu'un effet électrique analogue à l'effet Zeeman, s'il existe, est masqué complètement, dans les conditions où l'auteur s'est placé, par un élargissement des lignes spectrales. — M. W. B. Huff a

déterminé la déviation électrostatique des rayons α du radio-tellure. Le plan général des expériences consiste à faire passer un faisceau de rayons entre deux plaques chargées, puis à le faire tomber sur une plaque de verre recouverte d'une couche mince de sulfure de zinc du côté qui reçoit la radiation. Une plaque photographique en contact avec l'autre côté de cet écran fluorescent est affectée par les scintillations et marque ainsi la position du faisceau. La déviation trouvée par l'auteur dans son appareil est de 0,66 mm.; elle correspond à une vitesse de la radiation de $1,41 \times 10^9$ et à un rapport e/m de $4,3 \times 10^5$ en unités électromagnétiques. Ces valeurs sont considérablement moindres que les quantités correspondantes pour le radium. — M. W. H. Logeman est parvenu à mettre en évidence la production de rayons secondaires par les rayons α du polonium. L'auteur constate d'abord que, dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire en l'absence d'un champ électrique ou magnétique, le polonium émet une plus grande quantité de rayons négatifs β que de rayons positifs α . Sous l'influence d'un champ électrique graduellement croissant, de plus en plus les rayons négatifs à mouvement lent sont arrêtés, et la charge portée par les rayons α devient de plus en plus prédominante. Une différence de potentiel de 10 volts entre un disque de cuivre A recouvert de polonium et un disque B d'aluminium est suffisante pour arrêter complètement les rayons β . Or, la valeur limite du courant positif entre A et B, quand les rayons β sont arrêtés par un champ magnétique, est seulement environ le 1/3 de celle qu'on constate quand on emploie un champ électrique pour arrêter les rayons β . Pour l'auteur, ce fait est inexplicable si l'on n'admet pas que le courant positif de A à B se compose de deux parties : 1° un courant de particules α allant de A à B; 2° un courant de particules secondaires négativement chargées, allant de B à A. Dans le champ magnétique, ce dernier courant de particules négatives est dévié, comme les rayons β émis par le polonium, ce qui explique l'abaissement du courant limite. — M. O. W. Richardson a étudié l'ionisation produite par le platine chaud dans les différents gaz. L'ionisation positive, c'est-à-dire le nombre d'ions positifs produit par 1 cm. carré de surface de platine par seconde, possède une valeur minimum, qui dépend de la température et de la pression, dans la plupart des gaz. L'ionisation positive dans l'oxygène à basse pression (moins de 1 mm.) est plus forte que dans tous les autres gaz étudiés; jusqu'à 1.000°, elle varie comme la racine carrée de la pression; à température plus haute et basse pression, elle varie à peu près comme la pression; à haute pression, et à toutes les températures, la variation avec la pression est beaucoup plus lente. La valeur minimum de l'ionisation positive à une pression définie dans tous les gaz paraît être reliée à la température par l'expression

$$i = A\theta^{\frac{1}{2}} e^{-Q/2\theta},$$

où i est l'ionisation, θ la température absolue et A et Q des constantes. L'auteur suppose que l'ionisation positive est causée par le gaz adsorbé par le métal et proportionnelle à la quantité adsorbée; il arrive à une formule que l'expérience vérifie. — M. J. A. Harker expose ses recherches sur l'échelle thermométrique de Kew et ses rapports avec l'échelle internationale à l'hydrogène. Il conclut que : 1° L'écart de l'échelle naturelle du thermomètre à mercure à récipiend en verre de Kew avec l'échelle du thermomètre à l'hydrogène international est très faible à toutes les températures; 2° Pour des mesures de différences de température sur des intervalles moyens, comme dans la calorimétrie, les résultats obtenus directement ou indirectement au moyen d'un étalon de Kew peuvent être considérés comme équivalents à ceux du thermomètre à l'hydrogène sans l'application d'aucune correction. L'auteur donne une table des écarts moyens des deux échelles

de températures, en millièmes de degré, entre 0° et 100°, pour les thermomètres en verre de Kew, en verre dur français et d'Iéna. — MM. A. Harden et W. J. Young : Le ferment alcoolique du suc de levure. II. Le co-ferment. Des expériences ont été faites sur la nature de la substance dialysable, thermostable, contenue dans le suc de levure, dont dépend la fermentation du glucose par le suc de levure, et à laquelle on a donné le nom de co-ferment. Le résidu inactif, obtenu par la filtration du suc de levure à travers un filtre de gélatine Martin, a été préparé sous forme solide, qui est tout à fait inactive lorsqu'on la dissout dans une solution de glucose, mais est rendue active par l'addition du filtrat ou de jus de levure bouilli. Quand une faible quantité de suc de levure bouilli est additionnée à une solution de ce résidu inactif dans du glucose à 10%, la fermentation commence et continue pendant une période variable avec la quantité ajoutée de suc bouilli. La cessation de la fermentation paraît être due à un changement dans le co-ferment, car l'addition d'une nouvelle quantité produit une répétition du phénomène. — MM. F. W. Mott, W. D. Halliburton et A. Edmunds communiquent leurs expériences, sur la régénération des nerfs. Dans aucun cas on n'a trouvé la moindre preuve d'une auto-régénération. Les faits observés, rapprochés de ceux qui ont été publiés par Cajal, Langley, Anderson, apportent, d'autre part, une grande évidence en faveur de la doctrine wallérienne, suivant laquelle les fibres nerveuses nouvelles sont des croissances des extrémités centrales des troncs nerveux sectionnés. Les faits expérimentaux enregistrés par ceux qui, comme Bethe et Kennedy, professent l'opinion contraire, sont susceptibles d'une explication aisée, dans le sens de celle de Langley et Anderson; c'est-à-dire qu'on se trouve en face de connexions accidentelles et inobservées des segments périphériques avec le système nerveux central au moyen d'autres nerfs coupés pendant l'opération. Si l'on empêche une telle connexion, la régénération réelle de la structure et la restauration des fonctions n'ont jamais lieu. — M. R. C. Punnett communique ses recherches sur la détermination des sexes chez les Hydatines. Il montre que ni les modifications de température ni celles de nutrition n'apportent une explication satisfaisante de la proportion variable de femelles arrénotoques¹ qui peut se trouver dans différentes cultures d'Hydatines. Il y a, par contre, une autre explication de ce phénomène, qui évite la nécessité de recourir aux influences externes. Il est possible que certaines femelles possèdent la propriété de produire des femelles arrénotoques dans un rapport défini, et d'autres de n'en produire aucune. L'auteur arrive, en effet, à la conclusion qu'il existe trois types différents de femelles thélytoques : 1° les unes qui produisent un fort pourcentage de femelles arrénotoques; 2° d'autres qui en produisent un faible pourcentage; 3° d'autres enfin, purement thélytoques, qui ne produisent pas d'arrénotoques. — M. W. B. Hemsley présente ses études sur un nouvel ordre naturel de plantes, les Julianiacées. Il comprend actuellement deux genres, *Juliania* et *Orthopterygium*, et cinq espèces. Ce sont des buissons ou de petits arbres résineux, à branches tordeuses, décidués et dioïques, à feuilles alternées, sans stipules, à fleurs vertes ou d'un jaune verdâtre. Les fruits, composés, sont de forme samaroïde; les amandes sont orbiculaires, biconvexes, à endocarpe très dur. Les *Juliania* sont confinées au Mexique dans les localités isolées; l'*Orthopterygium* n'a encore été trouvé qu'au Pérou, dans la province de Cauta. Par leurs affinités, les Julianiacées se placent entre les Juglandacées et les Cupulifères.

¹ Qui produisent des mâles par parthénogénèse, par opposition aux femelles thélytoques, qui produisent des femelles par parthénogénèse.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La vision des étoiles. — M. Flammarion a constaté, depuis longtemps déjà, que les petites étoiles se distinguent beaucoup mieux quand on ne les fixe pas directement : ce fait est actuellement bien connu. Mais il présente de curieuses exceptions ; l'une des plus intéressantes est relative à la variable S Céphée. La question est assez complexe, puisqu'elle regarde en même temps la Physique et la Physiologie ; sans doute, c'est au centre de la rétine, sur la tache jaune, que se fait seulement la vision distincte et que les objets apparaissent déformés avec leur maximum de netteté ; cependant, cette région, la plus essentielle de notre œil, paraît moins sensible que le reste de la rétine quand il s'agit d'apprécier, non plus la forme, mais l'éclat — du moins avec la lumière blanche. Ainsi les petites étoiles ordinaires disparaissent quand leur image vient se peindre sur la tache jaune.

Le Dr E. Payen a suivi la région de S Céphée pendant plusieurs années ; nous ne pouvons reproduire ici ses indications intéressantes¹, mais il est bon de mentionner les curieuses conclusions auxquelles il parvient :

1^o Les différentes parties de la rétine ont un maximum de sensibilité propre pour des longueurs d'onde très diverses ; tandis que l'ensemble de cet organe est plus sensible à la lumière blanche, la tache jaune, au contraire, apprécie mieux les radiations rouges — agissant ainsi à l'inverse de la plaque photographique.

2^o La variable S paraît tantôt plus, tantôt moins lumineuse que ses voisines, suivant les parties de l'œil sur lesquelles son image se projette. On conçoit ainsi très facilement pourquoi il se produit tant de divergences entre les astronomes quand ils comparent entre elles des étoiles de diverses couleurs au point de vue photométrique ; la divergence existant déjà dans les différentes parties d'une même rétine, *a fortiori* doit-elle se produire entre des organes et des observateurs distincts.

3^o Notre œil est un instrument plus parfait qu'on ne le pense généralement : il se prête déjà sans le

secours d'aucun appareil à des analyses de lumière assez délicates.

Ces considérations sont très intéressantes et nécessitent un grand nombre de bonnes volontés éclairées, car il ne manque pas de points délicats à élucider. Au reste, le Dr E. Payen conclut fort heureusement dans un sens que nous avons bien souvent exposé et pour lequel nous sommes toujours prêts à combattre, à savoir qu'il ne faut pas renoncer aux observations visuelles, comme on le fait trop souvent, pour s'en remettre exclusivement à la photographie. L'antagonisme qui existe, dans une certaine mesure, entre les propriétés de l'œil et celles de l'objectif rend nécessaire le concours des deux organes : ils doivent se compléter, et non s'exclure.

§ 2. — Météorologie

Un appareil à enregistrer les orages. — L'un des physiciens russes les plus éminents, M. A. S. Popoff, vient de mourir à Saint-Petersbourg. Ce savant, comme on le sait, avait, un peu avant les expériences heureuses de M. Marconi, construit un dispositif très puissant de réception pour télégrammes sans fil ; aussi est-ce à lui que revient la priorité de cette invention, à moins qu'on ne veuille voir en M. Branly, qui inventa le cohéreur, le promoteur de la télégraphie sans fil.

Les expériences de M. Popoff sur ce sujet ont découlé d'un indicateur d'orages, imaginé par ce savant et construit par lui sur le toit de l'Ecole Agronomique de la capitale russe. Nous donnons ci après une description de cet ingénieux appareil, d'après un article de M. C. D. Kubicki¹, publié dans le *Western Electrician*.

Cet appareil consiste essentiellement en un relai et un radio conducteur. Une antenne, fixée au toit et supportée par des isolateurs, communique avec une pointe disposée à l'intérieur. Les ondes électriques pénètrent dans le sol, après avoir longé l'antenne et le radio-conducteur, rendant ce dernier bon conducteur de l'électricité et permettant à une pile galvanique d'envoyer son courant vers le relai. Bien qu'étant d'une intensité faible, ce courant suffit à actionner le relai, qui, à son

¹ *Bull. tin de la Société Astronomique* (1906, p. 373).

¹ *Western Electrician*, 22 septembre 1906.

tour, ferme un circuit traversé par un fort courant, lequel, en agissant sur un style inscripteur, enregistre l'action des ondes électriques, tout en actionnant une sonnerie électrique. Le marteau de cette dernière, en frappant sur le cohéreur, interromp le circuit, qui dès lors est prêt à enregistrer un autre train d'ondes.

Cet appareil enregistre des décharges atmosphériques trop faibles pour être observées directement. Il permet de révéler l'existence d'orages éloignés de 30 milles anglais.

§ 3. — Physique

Expériences nouvelles sur la balance de torsion. — M. K. Gruhn¹, l'inventeur du téléautographe, vient de faire certaines expériences fort intéressantes sur la balance de torsion,

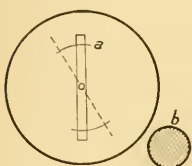


Fig. 1. — Expérience sur la balance de torsion. — a, baguette en bois; b, morceau de métal ou de pierre.

sur la balance de torsion, expériences qui, semble-t-il, mettent en évidence l'existence d'une forme jusqu'ici inconnue de l'énergie. Ces recherches nous paraissent devoir donner lieu à d'importantes découvertes en Physique et en Météorologie :

Dans un vase cylindrique (fig. 1) est suspendu, par un fil de soie écrue, une baguette en bois a, d'environ 60 millimètres de longueur. Ce vase, à fermeture étanche, est installé dans un endroit bien protégé, à la demi-obs-

curité, où on l'abandonne à lui-même jusqu'à ce que le fil prenne une position constante.

Lorsqu'on approche du verre un morceau b de métal, de pierre ou de toute autre matière, la baguette est attirée lentement, atteignant sa déviation maxima en deux à trois minutes environ. D'autre part, après avoir retiré l'objet b, on voit la baguette revenir à sa position initiale, non pas instantanément, mais d'un mouvement lent, durant à peu près deux à cinq minutes. Or, ces effets ne sont point dus à l'électricité, comme on serait tenté de le croire.

Comme la force dont il s'agit dans ces phénomènes prend un certain temps à traverser le verre, l'auteur a essayé de réaliser des effets instantanés en éliminant la paroi de verre. Il fallait, cependant, écarter aussi certains effets perturbateurs. C'est que, certains jours, la baguette semblait être sujette à des forces directrices variables. Aussi, afin d'éliminer toutes ces influences externes, et pour

faire voir l'impossibilité d'une hypothèse électrique, l'auteur a construit le dispositif suivant :

Un petit vase c (fig. 2) était disposé au fond d'un autre plus grand d, auquel il était solidement attaché, l'intervalle étant rempli d'eau. Le couvercle du vase c était pourvu d'une goupille métallique e susceptible de tourner, et portant une aiguille qui permettait d'imprimer toute torsion voulue à un fil de platine f très fin. Au bout de ce fil était attachée une aile de papier rectangulaire g, d'une longueur de 75 millimètres et d'une largeur de 33 millimètres, imprégnée d'une solution diluée de glycérine et de sel commun. Après avoir séché, cette aile, en raison de sa faible teneur en humidité et en sel, était devenue conductrice de l'électricité, comme on le confirmait à l'aide de l'électroscope. Une échelle en papier i, rendue conductrice de la même manière, était attachée à l'intérieur du vase c, où elle permettait de lire les déviations de l'aile. Le couvercle du vase intérieur était pourvu d'une ouverture d'environ 12 millimètres de diamètre, à travers laquelle on pouvait introduire des baguettes de différentes substances. Or, dans cet appareil, l'aile de papier restait très sensiblement au repos, sans qu'il y eût de force extérieure appréciable pour l'orienter. Cet appareil devait, cependant, être éloigné de la fenêtre, car la lumière produisait une déviation très considérable, orientant l'aile dans la direction des rayons du soleil, bien que tout rayonnement calorifique fût absorbé dans l'enveloppe aqueuse.

Or, en introduisant dans ce vase une baguette d'aluminium de 7,5 millimètres de diamètre, on voit l'aile de papier être attirée immédiatement sans qu'il y ait le moindre retard, la déviation étant de plus de 30°. Après avoir été abandonnée à elle-même pendant quelque temps, l'aile retourne cependant vers sa position initiale, tout en laissant une déviation d'environ 10°. Ayant ensuite retiré la baguette, on a répété l'expérience, la baguette étant reliée à l'aiguille par un fil k, et le système tout entier se trouvant mis à la terre. Comme les phénomènes maintenant constatés étaient exactement les mêmes, il semble qu'on doive écarter toute hypothèse d'un effet électrique. En remplaçant l'aile de papier par d'autres substances, on a observé des effets tout analogues, bien que d'une intensité dépendant de la matière. Comme, cependant, même avec une aile donnée, l'on constate des différences notables, suivant le jour de l'expérience, l'idée se présente à l'esprit que les conditions atmosphériques exercent une influence spécifique, d'autant plus que l'attraction se change même quelquefois en répulsion. Cette hypothèse a été confirmée par des expériences spéciales, démontrant que les phénomènes en question ne sont dus ni aux courants atmosphériques, ni à un effet direct des rayons calorifiques. Les différences de température augmentent, cependant, leur intensité dans le cas d'une attraction aussi bien que dans celui d'une répulsion.

Ces phénomènes sont quelque peu analogues à ceux qui se produisent dans le cas du radiomètre de Crookes, dont le fonctionnement est loin d'être expliqué par l'une quelconque des forces connues.

Pour interpréter les phénomènes observés par lui-même et incidemment ceux du radiomètre, M. Gruhn émet l'hypothèse que l'atmosphère contiendrait au moins deux fluides différents pénétrant tout, et qui sont capables d'exercer les actions précédentes d'une façon analogue à quelque sorte d'électricité à écoulement lent, et par rapport auxquels il n'y aurait pas d'isolateurs ni de conducteurs. Tout en n'étant pas nécessairement accompagné d'un échange de chaleur, le mouvement de ces fluides impondérables est accéléré par un échange pareil. On pourrait citer, comme offrant certaines analogies avec les faits précédents, les phénomènes de radio-activité, que M. Gruhn ne veut cependant pas voir confondre avec les premiers.

Les influences exercées par les conditions atmosphériques sur les phénomènes en question sont tout spé-

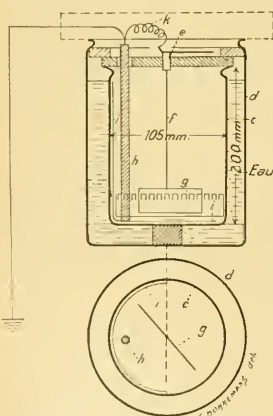


Fig. 2. — Balance de torsion perfectionnée. — a, c, d, vases concentriques; e, goupille métallique portant le fil f; g, aile de papier; h, baguette d'aluminium; i, échelle en papier.

ciels. C'est que, certains jours, la baguette semblait être sujette à des forces directrices variables. Aussi, afin d'éliminer toutes ces influences externes, et pour

¹ Naturwissenschaftliche Wochenschrift, p. 498, 1906.

également intéressantes, et, comme chaque condition donnée présente quelque effet spécifique, il paraît que ce dispositif pourrait être utilisé pour la prédiction du temps.

M. Grünh termine en citant une observation faite par le célèbre mathématicien Gauss, et qui n'a jamais été expliquée d'une façon satisfaisante : Les oscillations d'une barre magnétique d'un poids de 23 livres, suspendue par un fil, se trouvaient amorties bien plus rapidement par un beau jour que pendant le mauvais temps.

§ 4. — Électricité industrielle

Nouvelle méthode de télégraphie sans fil.

— Une nouvelle méthode de télégraphie sans fil, permettant d'accorder avec une précision inouïe les appareils de transmission et de réception, vient d'être imaginée par M. V. Poulsen, l'inventeur bien connu du télégraphe. Dans ce nouveau système, tout appareil de transmission peut être ajusté pour rendre un nombre quelconque de vibrations électriques jusqu'à un demi-million par seconde. Les appareils de réception, parfaitement à l'unisson avec l'appareil transmetteur, peuvent seuls enregistrer les télégrammes émanant de ce dernier. Pour ajuster son appareil, le télégraphiste n'a qu'à consulter une liste indiquant le nombre de vibrations qui correspond à la station de destination.

Suivant une notice récemment parue dans la presse technique scandinave¹, M. Poulsen vient d'exposer, avec démonstration expérimentale à l'appui, son nouveau système devant une réunion d'ingénieurs danois; d'une station érigée dans les environs de Copenhague il a expédié des télégrammes à la station d'Esbjerg, en Jutland, à une distance de 38 milles danois, et a immédiatement reçu de cette seconde station un accusé de réception de ses dépêches.

En construisant son appareil, M. Poulsen s'est basé sur le phénomène bien connu de l'arc musical, découvert par M. Duddell: Toutes les fois qu'un condensateur relié en série à une bobine est disposé en shunt par rapport à un arc électrique, le circuit de la dynamo contenant une self-induction des oscillations électriques se produisent dans le circuit formé par l'arc et le shunt. M. Duddell se servait d'un circuit comprenant un condensateur et une self-induction, d'une faible résistance ohmique. Dans ce dispositif, l'arc voltaïque se trouve, sans action extérieure, rendre un son très distinct et extrêmement clair, dont la hauteur est déterminée par la capacité et la self-induction du circuit. En son analogue se produit, du reste, dans un circuit ne renfermant qu'une capacité insérée dans le shunt, les connexions du condensateur comprenant toujours une certaine self-induction.

Dans l'arc musical, on entend des courants rapidement oscillants de 30.000 à 10.000 périodes par seconde. Or, ce phénomène ne se produit d'ordinaire qu'avec des courants de faible intensité (1 à 5 ampères), alimentant l'arc voltaïque. Dans l'invention de Poulsen, on se sert cependant d'arcs voltaïques dans une atmosphère d'hydrogène pour produire dans le circuit du condensateur des courants alternatifs de grande intensité. En employant la self-induction de ce circuit comme l'un des enroulements d'une bobine d'induction, on peut transmettre le courant alternatif au circuit télégraphique et le faire servir dans ce dernier. Les électrodes consistent respectivement en cuivre et en charbon de bois; on aspire un hydrure à travers les parois du charbon dans l'arc voltaïque où il est vaporisé.

L'impulsion produisant les oscillations est due aux variations de la tension de l'arc, qui est toujours plus ou moins instable. Ces phénomènes, M. Poulsen vient de les constater, sont renforcés lorsque avec un électroaimant on souffle sur l'arc, qui prend alors une lon-

gueur plus grande et, par là, une résistance plus considérable.

C'est ainsi que M. Poulsen a réalisé, en partant de courants continus, de fortes oscillations électriques d'une amplitude constante, tandis que les oscillations employées dans la télégraphie sans fil ordinaire ont une amplitude initiale considérable, mais qui va graduellement en diminuant.

Les expériences jusqu'ici faites entre les deux stations précitées ont donné des résultats très satisfaisants; on espère même pouvoir franchir l'Atlantique au moyen de ce nouveau système de télégraphie sans fil.

§ 5. — Chimie

Les effets chimiques des rayonnements à ondes courtes sur les corps gazeux. — Lorsqu'on soumet l'oxygène dans un tube ozoneur de Siemens à l'action d'une décharge électrique silencieuse, cet oxygène est converti en ozone jusqu'à une teneur bien définie pour des températures et des pressions données. Comme l'a fait voir M. Warburg, l'effet ozoneur de la décharge se complique, en effet, d'une action antagoniste, déterminant le maximum de la teneur en ozone. Le processus se passant au sein d'un ozoneur ne peut pas s'assimiler à une électrolyse simple, la quantité d'ozone n'étant point donnée par les lois de Faraday. Bien au contraire, il faut, dans la décharge silencieuse, pour former un gramme-équivalent d'ozone, une quantité d'électricité de 193 à 1.000 fois plus petite que dans l'électrolyse. M. Warburg est d'avis que la formation d'ozone dans les décharges silencieuses doit être considérée comme un effet photochimique ou cathodochimique. Or, M. Lenard a déjà démontré l'effet ozoneur qu'exercent les rayonnements ultra-violets à ondes courtes. Comme la formation d'ozone produite par les décharges silencieuses s'accompagne toujours d'une luminescence du gaz, comprenant des rayons ultra-violet, il n'y a pas de doute qu'on ne doive tenir compte de l'action ozonisatrice de ces rayonnements comme d'un des facteurs ozoneurs en présence.

Sur le conseil de M. Warburg, M. E. Regener² vient de vérifier les effets antagonistes des rayonnements ultra-violet en confirmant par là l'explication de ce savant.

Le dispositif dont se sert l'auteur se compose essentiellement d'un tube ozoneur en verre de quartz, perméable aux rayons ultra-violets et scellé à un autre tube plus large, de façon à laisser un intervalle annulaire. Après avoir pourvu ce tube d'une double armature intérieure et extérieure, on pouvait ozoniser l'oxygène qu'il contenait, au moyen de petites bobines d'induction. Lorsqu'on ôtait les armatures, on pouvait disposer à l'intérieur du tube un explosure, servant de source de lumière ultra-violette. L'ozonisation a été déterminée par la diminution de volume dont s'accompagne la transformation de l'oxygène en ozone. Voici les principaux résultats trouvés par l'auteur :

Il existe un effet antagoniste des rayons ultra-violet à courte longueur d'onde; on peut déterminer l'état d'équilibre qui s'établit entre cette action antagoniste et l'effet ozoniseur. On constate que ce sont les rayons d'une longueur d'onde inférieure à 200 μ qui exercent un effet ozoniseur, tandis que ceux dont la longueur d'onde correspond à l'absorption de l'ozone (aux environs de 257 μ) ont une action antagoniste. Ces phénomènes dépendent, d'ailleurs, de la température et de la désozonisation spontanée.

Les rayonnements ultra-violet à courte longueur d'onde se trouvent décomposer l'ammoniac et l'oxyde et le protoxyde nitriques.

D'après les résultats précédents, démontrant un concours entre les effets chimiques de la décharge silencieuse et ceux des rayonnements ultra-violet, il

¹ *Elektroteknisk Tidsskrift*, n° 26, 1906.

² *Annalen der Physik*, n° 10, 1906.

faute s'attendent, dans d'autres cas où la décharge silencieuse exerce des effets chimiques, à ce que les mêmes phénomènes soient produits par la lumière ultra-violette. Or, les effets chimiques en question sont des plus variés, presque tous les gaz ou mélanges de gaz capables d'une réaction chimique quelconque étant modifiés par leur action.

Les maladies microbiennes des vins de Champagne. — Nous recevons de M. J. Cordier la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« En réponse aux observations de MM. Kayser et Manceau au sujet de mon article paru dans la *Revue générale des Sciences* du 15 septembre, je commencerai par faire remarquer que les levures de lévulose, si moins qu'on ne les prenne dans les crus du Midi, ce qu'un Champenois n'accepterait jamais, n'existent pas en Champagne, pour la bonne raison que nous n'avons qu'une seule levure vraie. C'est cette levure principale que nous avons cherché à acclimater depuis deux ans au moins au lévulose. La levure brune surajoutée d'Ay, la moins sauvage de nos levures champenoises (car nous ne manquons pas plus ici qu'ailleurs de levures sauvages : *Torulas*, *Dematium*, etc.), semblant si précieuse pour les tirages à cause de ses qualités agglutinantes, nous laisse constamment au moins un quart de sucre inaltéré et ne saurait convenir seule à la manutention. La biologie viticole de notre Champagne est tout à fait différente de celle des régions du Midi; il faut avoir vécu de nombreuses années en Champagne pour la bien connaître. Je l'ai montré tout récemment en fournissant l'explication du vin de Champagne « naturellement moussoux ».

« La question du lévulose résiduel de la fermentation alcoolique doit être seule retenue. Or, en ce qui concerne la question de priorité relative au rôle du lévulose résiduel dans le développement de la graisse, M. Kayser, dans une lettre qu'il m'écrivait récemment, fait remonter, ce qui est d'ailleurs très vraisemblable, à Pasteur la notion de la moindre fermentescibilité du lévulose sur le glucose, et de la présence en majorité du premier de ces sucres dans les résidus de la fermentation alcoolique. Pasteur suivait, comme nous l'avons fait nous-même après lui, les progrès de ses fermentations au polarimètre, et il s'était certainement aperçu du changement de sens dans la rotation finale. L'un peu avant que cette rotation lévogyre n'atteigne son maximum, on peut défequer le liquide, l'évaporer dans le vide, et en retirer, comme nous l'avons fait sur un vin de 1895 qui en renfermait encore 12 grammes par litre, 50 grammes environ de lévulose déjà suffisamment pur et facile à caractériser comme tel. Si l'on veut des chiffres, ils sont faciles à se procurer et ne peuvent servir à grand-chose. C'est depuis deux à trois ans que je possède notre levure principale à laquelle il n'a été fourni, sur milieu solide, qu'un peu de lévulose pour son alimentation hydrocarbonée.

« A qui revient le mérite de la conception du rôle du lévulose résiduel sur la graisse? Laissons, comme toujours, ce point à une saine bibliographie; il n'a d'ailleurs conduit qu'à conseiller des fermentations aussi complètes que possible, point sur lequel, pour de multiples raisons, tout le monde était déjà d'accord.

« On me reproche également de ne pas avoir continué mes essais de culture dans le milieu que je reconnais, d'ailleurs, être le plus intéressant; le vin; ils ne devaient amener que des résultats sans importance. Certes, la graisse aime autant les matériaux azotés appropriés que les autres bactéries, et ce n'est pas dans un liquide aussi pauvre en azote — 33 à 45 centigrammes par litre — qu'il faut faire des ensemclements — dont il faut attendre au minimum un ou deux mois les résultats — si l'on ne veut point s'endormir dès le premier passage. Si l'on ajoute quelque chose, notamment des peptones, alors ce n'est plus du vin; aussi, ce

n'est pas avec ce liquide que j'ai réussi à reproduire l'état filant par l'action de la graisse ancienne. La microbiologie pathogène nous montre un fait analogue très démonstratif: ce n'est qu'en présence de certaine matière albuminoïde d'origine humaine que le pneumocoque confectionne sa belle capsule; la graisse, elle, a besoin surtout d'albumine végétale coagulable; mais je ne veux point empiéter ici sur des travaux en cours.

« Veuillez agréer, etc.

« J. Cordier.

« Directeur du Laboratoire de Microbiologie de la Marne ».

§ 6 — Biologie

L'action de l'émanation du radium sur le corps humain. — Intéressantes expériences viennent d'être faites par M. S. Loewenthal pour déterminer si le corps humain dans une condition, soit saine, soit morbide, subissait une action constante de la part de petites quantités de l'émanation du radium. Des doses déterminées d'émanation étaient fournies à la personne en expérience par des voies différentes; de l'eau servait de support à l'émanation émise par 1 gramme de carbonate de radium-baryum renfermant 0,3 milligramme de bromure de radium. La matière radio-active, enveloppée de parchemin, était renfermée dans un petit flacon de verre introduit dans un vase plus grand de verre, qui contenait un quart de litre d'eau ordinaire, le flacon étant imperméable à l'air. La quantité absorbée d'émanation était déterminée au moyen d'un électroscope Elster-Geitel.

Des expériences faites sur l'eau renfermant l'émanation avaient donné une chute moyenne de potentiel de 4.000 à 4.500 volts par heure et par centimètre cube, suivant la consommation plus ou moins rapide.

Des quantités données de ce liquide ont été fournies à la personne en expérience par des voies différentes. Afin de déterminer la dose admissible maxima qui, dans le cas de personnes saines, reste sans action nuisible, l'auteur s'est basé sur le fait que le corps de ceux qui s'adonnent à de fréquentes expériences sur le radium accumule des quantités considérables d'émanation, qu'on retrouve dans l'air expiré ou dans l'urine de la personne. Les expériences qu'il a faites sur lui-même ont fait voir à M. Loewenthal qu'un minimum de 10.000 unités (= 10 centimètres cubes d'eau à émanation) doit être incorporé au corps pour pouvoir être retrouvé de la manière indiquée, l'absorption de ces 10.000 unités correspondant, après une heure, à la sécrétion de 14,2 unités par litre d'urine.

L'auteur n'a constaté aucun trouble subjectif ou objectif chez les sujets de ses expériences; des recherches étendues à des lapins et à des chats ont donné les mêmes résultats négatifs.

Les faits qu'on constate dans le cas des personnes malades sont, au contraire, nettement différents. En vue de trouver la cause des effets spécifiques que les sources thermales exercent sur certaines maladies chroniques des articulations, etc., M. Loewenthal a commencé par des expériences sur des personnes affectées de rhumatisme des articulations, en ayant soin de se limiter à des sujets chez lesquels une condition stationnaire s'était depuis longtemps établie.

Dans chacun des onze cas examinés par l'auteur, les douleurs ont augmenté, le jour même de l'expérience, dans les parties autrefois affectées; l'expérience était faite avec 10.000 unités. Cette réaction constante rappelle d'une façon frappante la réaction balnéaire observée, comme on le sait, dans les stations à source thermale, réaction que, à tort ou à raison, on considère en général comme un signe favorable qui précède la guérison. L'analogie entre les deux réactions devient encore plus frappante quand on ajoute de l'eau à émanation aux bains indifférents ordinaires. L'émanation, l'auteur le constate, est essentiellement absorbée par la respiration des poumons.

Ces recherches conduiront, semble-t-il, à une application plus rationnelle et à un dosage plus parfait des eaux thermales.

§ 7. — Sciences médicales

La guérison histologique de la méningite cérébro-spinale¹. — La méningite cérébro-spinale peut-elle guérir complètement sans laisser après elle aucune trace, aucune lésion scléreuse ou cicatricielle des méninges? Une observation récente de M. Gaussel démontre qu'il peut en être ainsi et que le pronostic éloigné de cette maladie n'est pas fatalement aussi grave que certains cas malheureux l'ont laissé supposer. L'observation de M. Gaussel concerne une femme qui fit, en 1901, un premier séjour à l'hôpital pour une méningite cérébro-spinale à méningocoques.

Cette malade a parfaitement guéri; pendant un an, son état général a été excellent. Puis elle a commencé à tousser, elle a maigri, ses forces ont diminué, et en huit mois elle a été emportée par la tuberculose pulmonaire.

L'autopsie a démontré l'intégrité absolue de son système nerveux.

L'examen histologique des fragments d'écorce cérébrale, de moelle, de racines rachidiennes, de méninges, prélevés chez cette femme, a démontré qu'il y avait eu *restitutio ad integrum* et que le tissu nerveux et ses enveloppes avaient repris leur structure absolument normale, ce qui cadrerait parfaitement avec l'absence de tout reliquat pathologique à la suite de la méningite cérébro-spinale antérieure.

Donc, une méningite ne transforme pas forcément l'axe cérébro-spinal en un *locus minoris resistentie*; elle n'est peut-être pas une cause d'appel nécessaire pour la localisation sur les centres nerveux d'intoxications et d'infections ultérieures.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Le programme scientifique de la Mission de délimitation Niger-Tchad (Mission Tilho).

— Une première délimitation de la frontière anglo-française du Niger au Tchad avait été faite, de 1902 à 1904, par une Commission anglo-française, dirigée, comme on sait, pour la partie française, par le Commandant Moll². La Commission avait eu à fixer sur le terrain la limite de la Nigeria et du Soudan telle qu'elle avait été déterminée par la Convention du 14 juin 1898. Mais, au moment où elle venait d'achever ses travaux, intervenait l'accord franco-anglais du 8 avril 1904, qui prévoyait une rectification de cette frontière très désavantageuse pour la France. D'après la Convention de 1898, l'unique route qui nous était laissée entre le Niger et le Tchad se trouvait coupée par de vastes espaces désertiques qui la rendaient impraticable pendant les deux tiers de l'année et obligeaient nos convois à emprunter le territoire britannique; le nouveau tracé, au contraire, établi par une Convention signée à Londres le 29 mai 1906, nous donne la grande route commerciale du Niger au Tchad, qui part de Say et, par Zinder, aboutit au lac, vers Bosso.

C'est pour tracer sur les lieux mêmes les parties de la frontière qui ont été rectifiées que vient d'être envoyée en Afrique une Commission mixte, dans laquelle la délégation française est commandée par le Capitaine Tilho, qui avait fait partie comme second de la Mission Moll, et la délégation anglaise par le major du génie O'Shee. Mais, si l'abornement de la frontière est l'objet essentiel de la Mission française, ses travaux ne doivent pas se limiter aux opérations qu'il comporte. La Mission dont le Capitaine Tilho a la direction a été organisée, en effet, en mission scientifique et a été chargée,

indépendamment des travaux de délimitation, de l'étude de nombreuses questions scientifiques du plus haut intérêt et dont quelques-unes présentent des conséquences pratiques immédiates. Nous donnerons un rapide aperçu de ce programme scientifique de la Mission.

La frontière et toutes les régions l'avoisinant seront l'objet d'une étude cartographique détaillée, comportant tous les itinéraires topographiques possibles, basés sur un canevas de points astronomiques déterminés par les méthodes les plus précises de la Géodésie de campagne. Ce canevas devra se relier à celui qui a été établi de 1903 à 1905, pour l'ancienne frontière, par la première mission de délimitation.

Les conditions climatériques du territoire de Zinder seront étudiées d'après les règles posées pour ce genre d'observations par M. Angot, chef du Service de la Météorologie au Bureau central météorologique de France.

La Mission procédera à la mesure des divers éléments du magnétisme terrestre depuis la côte du Bahr-mey jusqu'au Tchad. Ce travail, qui n'a jamais été entrepris, présentera un intérêt scientifique tout particulier, en raison de la proximité de l'équateur magnétique, que la Mission coupera sans doute à plusieurs reprises. Il sera exécuté d'après les méthodes préconisées par M. Moureaux, directeur de l'Observatoire du Parc Saint-Maur.

Les travaux d'abornement et de cartographie incomberont plus particulièrement au chef de la Mission, assisté, selon les besoins, des divers officiers qui l'accompagnent; les travaux astronomiques, météorologiques et magnétiques seront confiés au lieutenant de vaisseau Audoin, assisté du lieutenant Lauzanne.

Pour les études de Géologie et de Minéralogie, la Mission s'est adjoint M. Garde, licencié ès-sciences, préparateur de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Clermont-Ferrand. Les territoires entre le Niger et Zinder n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucune étude géologique rigoureuse. Les échantillons rapportés par la Mission Moll ne peuvent donner qu'une idée très incomplète de la géologie de la région; mais ils montreraient déjà tout l'intérêt que cette étude pouvait présenter, à condition d'être effectuée par un spécialiste capable de juger sur place des caractères généraux du terrain et de recueillir les échantillons spécifiques de chacun de ses éléments.

L'hydrographie du lac Tchad figure parmi les plus importants des sujets d'étude portés au programme de la Mission. Ce ne fut guère qu'à partir de 1901, lorsque la situation devint meilleure autour du Tchad, que l'on put commencer à recueillir des renseignements précis sur son hydrographie, ses îles, ses habitants. Nous rappelons que ce furent le lieutenant-colonel Destenave et les officiers placés sous ses ordres qui entreprirent l'étude du lac Tchad suivant un programme établi sur l'initiative de M. A. Le Chatelier, avec le concours de M. Olivier, directeur de la *Revue générale des Sciences*³. Les travaux hydrographiques du lieutenant de vaisseau d'Huart et les levés des officiers permirent l'établissement d'une carte topographique et bathymétrique qui modifiait déjà considérablement les contours du lac.

A son tour, la Mission Moll, qui fit la première déli-

¹ Lieutenant-colonel DESTENAVE : Le lac Tchad *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, 1903, t. 649-662 et 717-727, avec carte hors texte; C. R. : Reconnaissance géographique de la région du Tchad par le lieutenant-colonel Destenave et par les officiers placés sous ses ordres. *La Géographie*, 1^{er} sem. 1903, t. VII, p. 151-161; DESTENAVE : Exploration des îles du Tchad *Ibid.*, p. 421-425 avec carte hors texte; Lieutenant-colonel DESTENAVE : Deux années de commandement dans la région du Tchad (*Revue de Géographie*, 2^e sem. 1903, t. LIII, p. 4-13); Capitaine J. TRUFFERT : Région du Tchad, le Bahr-el-Ghazal et l'archipel Kouiri *Rev. de Géogr.*, 1^{er} sem. 1903, t. LII, p. 481-502, et 2^e sem. 1903, t. LIII, p. 14-35, avec cartes hors texte.

² *Revue Neurologique*, 30 janvier 1906.

³ *Revue générale des Sciences*, 1905, p. 716.

mitation Niger-Tchad, se trouva amenée, elle aussi, vers le grand lac africain. L'étude du lac Tchad fut de nouveau reprise par le capitaine Tilho, second de la Mission, et par le lieutenant de vaisseau Audoin. Ce sont ces mêmes officiers qui, l'un chef, l'autre membre de la nouvelle Mission de délimitation Niger-Tchad, vont continuer et compléter les études qu'ils ont commencées.

On a appris que de nouveaux changements se sont produits dans la configuration du lac depuis que la carte en a été dressée par le capitaine Tilho, donnant son aspect général à la fin d'avril 1904¹.

Cet officier a pu constater, au cours de sa précédente exploration, que la diminution de la surface liquide du lac se manifeste sur toute son étendue; on avait cru, au contraire, pendant longtemps, que le lac, se desséchant peu à peu vers l'est, allait en progressant sur sa côte occidentale. M. le lieutenant de vaisseau Audoin a dit aussi que l'assèchement est facile à constater dans toutes les parties du Tchad. D'après lui, la nappe d'eau subit une perte réelle de 0^m,15 environ au cours d'une année de crue moyenne. Il sera intéressant de vérifier si l'assèchement du lac persiste d'une façon régulière et continue à se manifester sur toutes ses rives, et de faire une étude cartographique des modifications qui ont pu se produire.

En même temps, des recherches méthodiques seront faites sur l'ichthyologie du lac Tchad et sur la salinité de ses eaux. Ces recherches seront faites d'après les méthodes préconisées par M. Gruvel, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, qui a été récemment chargé de l'organisation des pêcheries de la Côte occidentale d'Afrique. Le poisson vit en grande quantité dans les eaux du lac et il entre pour une part importante dans l'alimentation des insulaires et des riverains²; il est intéressant d'examiner dans quelle mesure l'industrie de la pêche peut être développée et contribuer à accroître la richesse du pays. Quant à la salinité des eaux du Tchad, c'est une question qui a été l'objet d'opinions diverses et de débats confus, et il est utile qu'elle soit scientifiquement étudiée.

A la Mission du capitaine Tilho est adjoint un médecin, le D^r Gaillard, des troupes coloniales, qui sera chargé des études médicales et des recherches microbiologiques. Outre les soins médicaux et les conseils d'hygiène qui seront prodigués aux indigènes sur tout le parcours de la Mission, celle-ci se propose d'apporter une contribution à l'étude de certaines questions médicales actuellement à l'ordre du jour : trypanosomie ou maladie du sommeil, fièvre, syphilis et lèpre de ces pays. De plus, des documents microbiologiques seront rapportés sur les épizooties qui ont décimé, pendant ces temps derniers, presque tous les troupeaux de cette partie de l'Afrique.

Les études anthropologiques, ethnographiques et his-

toriques incomberont plus particulièrement au D^r Gaillard. Des mensurations, des pièces anatomiques, des photographies et des observations de tout genre seront réunies et permettront de donner une étude approfondie de toutes les races situées à proximité de la frontière. Le capitaine Tilho complètera aussi les études linguistiques qu'il avait entreprises dès la précédente Mission.

Les recherches concernant la Zoologie et la Botanique seront effectuées par M. Garde et le D^r Gaillard. Il sera fait des collections zoologiques diverses, d'insectes notamment, et, en particulier, de mouches et de moustiques, en vue de l'étude des maladies que ces animaux inoculent. Un herbier sera constitué et il sera entrepris des études au sujet des plantes industrielles, alimentaires et médicinales de la région.

MM. Garde et Gaillard feront aussi des analyses d'eau, principalement de celles qui sont soupçonnées de véhiculer les germes de certaines maladies propres à l'Afrique, comme la filariose, ainsi que des eaux sulfureuses, ferrugineuses, saumâtres, et des eaux des puits et mares de la région parcourue.

La durée des travaux sur le terrain ne dépassera pas treize mois. Partie de Bordeaux le 25 octobre, la Mission française devra rencontrer la Mission anglaise à Ilo vers le 10 décembre. Du 15 décembre 1906 au 15 février 1907, elle compte opérer dans les sultanats du Kolbi et du Maouri jusqu'aux environs de Matankari; du 15 février au 15 mars, dans les sultanats de Komu et de Sokoto; du 15 mars au 1^{er} mai, dans ceux de l'Adar, du Gober-Toudou et de Sabo-n'Birni. La Mission poursuivra ses travaux en mai dans les sultanats du Gober et du Maradi; en juin, dans ceux de Tessaoua et de Katsena; en juillet, août et septembre, dans les sultanats de Zinder et de Kano et dans les principautés qui en dépendent; en octobre, dans le Manza, le Bornou septentrional et dans la vallée de la Komadougou-Yohé. Enfin, elle consacrera les mois de novembre et de décembre à l'étude du lac Tchad et de ses archipels.

Gustave Regelsperger.

§ 9. — Enseignement

Bibliothèques universitaires. — Les Rapports sur le fonctionnement des principales bibliothèques universitaires françaises pour l'avant-dernière année scolaire donnent une idée de l'activité de nos jeunes universités.

A Paris, la bibliothèque de la Sorbonne a été fréquentée par 94.176 lecteurs, auxquels ont été communiqués 314.974 volumes (contre 263.554, l'année précédente); quelques salles de lecture spéciales (salle Albert Dumont, etc.) ont reçu plus de 15.000 lecteurs et communiqué plus de 75.000 volumes; la bibliothèque de la Faculté de Médecine a reçu 108.540 lecteurs et communiqué 153.450 volumes.

A Caen : 18.448 lecteurs, 30.731 volumes communiqués, 6.975 prêts. La construction d'une nouvelle bibliothèque est commencée avec le concours de l'Etat, du département et de la ville.

A Grenoble, l'accroissement annuel est de 6.000 volumes, et plus de 46.000 volumes ont été communiqués.

A Toulouse, la bibliothèque possède actuellement 118.500 volumes; elle en communique 97.000 et en prête 18.000.

¹ JEAN TILHO: Exploration du lac Tchad. *La Géographie*, 45 mars 1906, p. 195-214, avec carte hors texte. Voir aussi AUBOIS: Notice hydrographique sur le lac Tchad. *La Géographie*, 2^e sem. 1905, t. XII, p. 305-320.

² D^r J. PELLEGRIN: La faune ichthyologique du lac Tchad et du Ghari (*Bull. du Congrès de Zoologie de Berne*, 1904, n° 5, p. 17, et *Compte rendu du Congrès de Zoologie de Berne*, 1904, p. 608). — On trouvera aussi des indications sur les principaux poissons que pêchent les Konnis, indigènes des archipels orientaux du lac, dans l'article précité du capitaine Truffert (*Revue de Géographie*, 2^e sem., 1903, p. 25).

L'ÉRUPTION DU VÉSUVÉ EN AVRIL 1906

DEUXIÈME PARTIE : LES FUMEROLLES ET LES PRODUITS DE L'ÉRUPTION

Dans un premier article¹, j'ai décrit les principales caractéristiques de l'éruption (épanchements de lave et phénomènes explosifs); je vais maintenant en étudier les autres manifestations, ainsi que la nature des produits de l'éruption.

I. — LES FUMEROLLES.

Les éruptions antérieures du Vésuve ont joué un rôle capital dans l'acquisition des connaissances précises réunies aujourd'hui sur les fumerolles volcaniques. C'est, en effet, sur ce volcan, ainsi qu'à l'Etna, que Ch. Sainte-Claire Deville et mon regretté maître, M. Fouqué, ont exécuté la plupart de leurs beaux travaux sur les variations de composition des fumerolles dans le temps et dans l'espace : liaison entre la nature des produits émis par une fumerolle, sa position par rapport au centre éruptif et le temps écoulé depuis le début de l'éruption). Palmieri a complété ces données, établies surtout par l'étude des gaz, en précisant la nature des produits solides sublimés dans les divers types de fumerolles.

M. Fouqué a montré notamment que la composition chimique d'une fumerolle est essentiellement fonction de sa température, les types de moins en moins chauds différant surtout les uns des autres par appauvrissement et non par apparition de produits nouveaux.

C'est ainsi qu'on voit se succéder les fumerolles à haute température (*fumerolles sèches*), s'élevant seulement de la lave coulante, fournissant des sublimations blanches de chlorures alcalins, associés parfois (au Vésuve) à de l'oxyde de cuivre (ténorite). Ces fumerolles sont neutres, tant qu'elles sont réellement sèches; dès que leur température permet l'apparition de la vapeur d'eau, elles deviennent acides (acide chlorhydrique, puis acide sulfureux); leurs sublimations sont alors colorées en jaune, en rouge ou en verdâtre par des chlorures métalliques (surtout ceux de fer, et parfois chlorures de cuivre, de plomb, de calcium, de magnésium, etc. et des sulfates. Plus tard, viennent les fumerolles à chlorure d'ammonium (salmiac), puis celles dont les produits gazeux sont riches en hydrogène sulfuré (température voisine de 100°), caractérisées par des dépôts de soufre. Enfin, le type le plus dégradé renferme surtout de l'acide carbonique et des carbures d'hydrogène;

c'est celui par lequel se termine le phénomène.

Il est bien entendu que ces divisions ont été établies quelque peu arbitrairement dans une série continue, et que les produits déposés par une certaine catégorie de fumerolles sont fréquemment transformés par les dégagements gazeux des fumerolles qui suivent. C'est ainsi qu'il semble bien établi, par les recherches de Palmieri, qu'au Vésuve le chlorure de cuivre des fumerolles acides résulte de l'attaque de la ténorite des fumerolles sèches par l'acide chlorhydrique des fumerolles moins chaudes, que l'hématite une fois cristallisée peut être transformée en chlorure de fer, que le sulfate de chaux, fréquent dans les fumerolles inférieures, peut se former aux dépens du chlorure de calcium, etc.

Enfin, à côté de ces produits réellement sublimés, apportés d'une profondeur plus ou moins grande, s'en trouvent d'autres, résultant de l'attaque sur place des parois des bouches de sortie des fumerolles par les vapeurs acides. C'est le cas d'un grand nombre de fumerolles à chlorures et à sulfates, dans lesquelles les minéraux se produisent à une température bien inférieure à celle qu'exigent les véritables sublimations des mêmes espèces. J'ai toujours été frappé, dans les régions volcaniques que j'ai visitées, de la fraîcheur des laves au contact des fumerolles à haute température, alors que les mêmes roches sont profondément altérées dès qu'elles sont touchées par les mêmes vapeurs à une température assez basse pour permettre la condensation de la vapeur d'eau.

Laissons maintenant de côté ces généralités pour revenir à l'éruption récente. Les circonstances ne m'ont permis de faire aucune récolte de gaz; je me suis contenté d'observer les produits solides des fumerolles.

§ 1. — Fumerolles de la lave.

Ce qui a été dit plus haut au sujet du rapide arrêt des coulées de lave de l'éruption récente explique pourquoi je n'ai pu observer aucune fumerolle sèche en activité. Mais j'ai trouvé à Boscotrecase leur trace sous forme de concrétions blanches, verdâtres ou jaunes, servant de support aux cristallisations de chlorure d'ammonium dont il va être question plus loin; il s'agit évidemment là de fumerolles en voie d'évolution. Ces concrétions renfermaient, en outre du salmiac, des proportions importantes de chlorures et de sulfates de potassium et de sodium,

¹ Voir la *Revue* du 30 octobre 1906, t. XVII, p. 881 et suiv.

avec parfois un peu de fer (d'aluminium, des traces de plomb et de cuivre).

Les véritables fumerolles acides, riches en chlorure de fer, ne se rencontraient guère que dans les parties hautes de la coulée et, ainsi que je le montrerai plus loin, elles m'ont paru jalonné la place de bouches de sortie, plutôt qu'être émanées de la lave elle-même. C'est là, d'ailleurs, un fait assez général au Vésuve¹, sauf dans les puissantes coulées des grands paroxysmes; aussi, l'hématite, résultant de la réaction à haute température de la vapeur d'eau sur le chlorure de fer, y est-elle rare dans les coulées de ce volcan et fréquente, au contraire, à leurs bouches de sortie² et dans le cratère. Je n'ai observé ce minéral (en petits rhomboïdes basés) que dans une seule fissure de la coulée récente près de l'Oratorio.

Les fumerolles à température inférieure à 400°, et dont la réaction acide n'était parfois sensible qu'au papier de tournesol, étaient très abondantes dans les parties basses de la grande coulée du 8 avril. Elles fournissaient de magnifiques géodes de cristaux de chlorure d'ammonium (salmiac), généralement incolores, mais quelquefois teintés en jaune par du chlorure de fer ou des produits organiques. Un fait fort intéressant consiste dans la présence du fluor dans ce salmiac³.

Il ne s'élevait de ces fumerolles qu'une faible quantité de vapeur d'eau; mais, après chaque pluie, on voyait s'en échapper d'abondantes vapeurs, d'origine toute superficielle; c'était la répétition d'un phénomène constant dans les fumerolles de la Martinique.

En remontant dans la coulée de Boscotrecase, vers la bouche de Cognoli, là où cependant la température n'était pas plus élevée, ces fumerolles à salmiac devenaient de moins en moins nombreuses, et elles m'ont paru manquer à peu près complètement dans les parties hautes. Elles n'étaient, par suite, abondantes que dans la région où la lave,

ayant quitté les coulées anciennes, recouvrait les terrains cultivés ou habités. Aussi, bien qu'une partie de ce chlorure d'ammonium soit d'origine profonde, il paraît bien difficile de ne pas admettre que la lente combustion des matières organiques ensevelies par la lave a joué aussi quelque rôle dans la production de ce salmiac. Palmieri a fait une observation analogue, lors des éruptions de 1868 et 1872, et j'ai moi-même montré qu'à la Montagne Pelée, les quelques fumerolles à salmiac qui y ont été observées s'élevaient des brèches des nuées ardentes du début de l'éruption, riches en débris organiques et particulièrement en troncs d'arbres. Ce qui donne de la valeur à cette hypothèse, c'est que le même minéral formait des croûtes continues le long des murs de plusieurs maisons de Boscotrecase, ensevelies par la lave et dans lesquelles l'existence de matière organique en voie de combustion n'était pas douteuse.

Quelques jours seulement après l'arrêt de la coulée, le Génie militaire a tracé à sa surface un chemin destiné à faire communiquer entre elles les portions du bourg de Boscotrecase qui avaient échappé à la destruction. Ce travail consistait à égaliser la surface de la coulée, à combler ses dépressions; la lave était encore chaude et, par places, le salmiac cristallisait entre les cailloux de cette route improvisée, bordée de fumerolles plus actives. C'était un spectacle peu banal que celui de la foule nombreuse de terrassiers et de badauds, circulant ainsi sur cette lave fumante, encore incandescente à quelques décimètres de la surface.

Enfin, j'ai rencontré à Boscotrecase, mais en très faible quantité, des sublimations de soufre; ce minéral formait de petits octaèdres rhombiques cristallitiques ou des enduits fondus, à l'orifice des fumerolles sulfhydriques, dont la température était, par suite, voisine de 100° et tout au plus un peu supérieure à 118°. Il serait intéressant de savoir si, depuis lors, ces fumerolles à soufre natif se sont généralisées avec le refroidissement progressif de la lave ou si, au contraire, le phénomène ne s'est pas le plus souvent arrêté aux fumerolles ammoniacales.

§ 2. — Fumerolles des bouches de sortie de la lave et du cratère.

Au voisinage de la Casa Fiorenza et à l'origine des coulées descendues des bouches de 600 mètres, se trouvent, au milieu de la lave, des fissures plus ou moins profondes, encore fort chaudes au moment de mes observations; il s'en élevait de la vapeur d'eau acide (acides chlorhydrique et sulfureux); leurs bords étaient garnis par des chlorures, en particulier par celui de fer. Il s'agissait évidemment là de fumerolles acides en relation avec la profondeur.

¹ Il faut excepter, bien entendu, l'hématite, qui se rencontre parfois dans les blocs charriés par la lave.

² J'ai acheté à un guide de Resina de belles masses mamelonnées, formées par des lamelles noires ou rouges, et alors translucides, d'hématite, recouvertes par un givre vert d'atacanite et par quelques cristaux de salmiac ferrugineux; il m'a assuré avoir recueilli ces échantillons en janvier 1906, près d'une bouche de sortie des flancs du cône.

³ M. Max Bauer vient de signaler (*Centralblatt für Mineral.*, 1906, p. 926) dans un échantillon de salmiac, l'existence de fluorosilicate de sodium.

M. Brun, le savant vulcanologue de Genève, avec lequel j'ai eu le plaisir de faire plusieurs excursions au Vésuve, a bien voulu me communiquer l'analyse suivante qu'il a faite d'un échantillon de salmiac: chlorure d'ammonium 85,02; fluorure d'ammonium 6,12; chlorure d'aluminium avec traces notables de fer et de manganèse 9,80; acide chlorhydrique 0,09; acide sulfurique 0,15, et traces de plomb et de cuivre; un autre échantillon blanc fibreux contient 4,05 % de HCl.

Il en est *a fortiori* de même pour des fumerolles, beaucoup plus actives, se trouvant sur les flancs du cône, au-dessous de l'échancrure Nord-Est du cratère. Leur température était en moyenne supérieure à 400°; il était facile d'y allumer du papier. Les vapeurs chlorhydriques et sulfureuses qui s'en dégageaient étaient suffocantes; les enduits de chlorure étaient beaucoup plus épais que dans le cas précédent et il n'était pas possible d'y reconnaître des minéraux bien individualisés, au milieu d'un mélange déliquescant de chlorures de fer, de potassium, de magnésium et de calcium, etc.; je signalerai, en outre, des cristaux de réalgar et, en certains points, des croûtes fondues de réalgar et de soufre, se trouvant dans les parties les moins chaudes.

Enfin, j'ai examiné un grand nombre d'échantillons recueillis en juillet dans la même région du cône; ce sont des scories recouvertes de petits cubes de *galène*, tantôt seuls, tantôt reposant sur de la *pyrite* ou supportant des octaèdres de *magnétite* et des lamelles d'*hématite*. Ces cubes ont souvent la forme de trémies, comme ceux qui sont formés par sublimation dans les opérations métallurgiques. C'est la première fois que le sulfure de plomb est observé dans une fumerolle du Vésuve; il a dû y prendre naissance par la réaction de l'hydrogène sulfuré sur le chlorure de plomb (connu depuis longtemps dans ce volcan), qui jadis a permis à Durocher de faire la synthèse de ce minéral. Elle explique la présence de la *galène* dans les calcaires métamorphiques de la Somma et de bien d'autres gisements de contact.

S'il n'a pas été possible de faire des observations directes sur les *fumerolles sèches* du cratère, par contre, j'ai rencontré dans les brèches volcaniennes des documents d'un vif intérêt, car ils ont été arrachés à des parties très profondes du cratère, inaccessibles à l'observation directe. Les roches dont il s'agit, imprégnées de chlorures alcalins, n'ont pas tardé, d'ailleurs, à être profondément délavées, dès que sont survenues des pluies abondantes.

La figure 1 représente un énorme bloc, que nous avons rencontré au-dessous de la voie du funiculaire; on y voit à l'œuvre les ouvriers que j'ai employés à le débiter à l'aide de quelques coups de mine; les fragments, déjà détachés, qui l'entourent, sont constitués par des géodes de magnifiques cristaux incolores et limpides, ou bleuâtres et opalescents, de chlorure de potassium (*sylvite*), dont les cubes dépassent souvent 2 centimètres d'arête¹. Dans quelques géodes, la *sylvite* est

recouverte par des cubo-octaèdres de chlorure de sodium: ce bloc est complètement imprégné de ces sels.

A. Scacchi a publié jadis le résultat de nombreux essais ou analyses des chlorures alcalins du Vésuve, recueillis de 1830 à 1872, et montré que le chlorure de sodium pur y est extrêmement rare, qu'il est toujours accompagné de chlorure de potassium et même que ce dernier domine généralement. Mais ces minéraux n'avaient été recueillis jusqu'à ce jour que sous forme d'enduits, de stalactites, plus rarement de petits cubes; jamais on n'avait observé de cristaux pouvant approcher, comme taille et perfection, de ceux-ci, qui sont à comparer à ceux de Stas-furth, formés dans des conditions bien différentes, puisqu'ils résultent d'une cristallisation par voie aqueuse.



Fig. 1. — Bloc des projections volcaniennes ayant fourni de gros cristaux de *sylvite*.

Ce que l'on sait des propriétés de ces deux chlorures donnait à penser que les échantillons analysés par Scacchi constituaient de simples mélanges de cristaux des deux sels, impossibles à distinguer les uns des autres à cause de leur petitesse et de leur identité de forme. Mes cristaux vérifient cette hypothèse: ceux de chlorure de sodium ne renferment pas de potassium; la *sylvite* ne contient que 2,66 % de chlorure de sodium, y existant sans doute à l'état d'impureté, car son indice de réfraction est de 1,491 pour la lumière du sodium, c'est-à-dire exactement celui de la *sylvite* pure.

En outre de ces deux minéraux, je signalerai des cristaux jaune d'or d'un minéral nouveau, pour la description duquel M. Johnston Lavis¹ m'a devancé de quelques jours: c'est un chlorure de potassium et de manganèse avec un peu de sodium (*chloromanganokalite*). Il existe, en outre, un peu de chlorure de magnésium, de calcium et des sul-

¹ A. LACROIX: Les cristaux de *sylvite* des blocs rejetés par la récente éruption du Vésuve. *C. R.*, t. CXLII, p. 1219.

¹ *Nature* Londres, 31 mai 1906.

fates, qui ne peuvent être mis en évidence par l'analyse chimique¹.

Le bloc qui est imprégné par ces sels est une leucotéphrite bulleuse, un peu rubéfiée, dont les éléments constitutifs sont tout à fait intacts : il n'est pas douteux que tous ces chlorures, riches en inclusions gazeuses ou vitreuses, ne se soient formés par véritable sublimation et non par l'attaque de la roche qui les renferme².

D'après des expériences inédites qu'a bien voulu me communiquer M. Brun, un mélange équimoléculaire de KCl et de NaCl fond à 660° C. et donne des fumées entre 800 et 850° C. Le NaCl seul ne les fournit qu'à environ 900° C.

Il est intéressant de voir une quantité notable de chlorure de manganèse accompagner les chlorures alcalins et précéder ainsi la formation de celui de fer.

Les énormes dimensions des cristaux qui nous occupent tiennent certainement à ce qu'ils ont été formés à très haute température, lentement et à l'abri des causes variées de perturbation qui agissent sur la cristallisation des produits des fumerolles se formant à l'air libre.

En outre de ce bloc, qui a été rapidement débité par les guides et a fourni, pendant les jours qui ont suivi nos observations, un grand nombre d'échantillons, vendus aux visiteurs du volcan, nous avons trouvé d'assez nombreux blocs de brèches, dont les éléments (lapilli anguleux) sont cimentés par les mêmes chlorures possédant une structure saccharoïde.

La proportion des chlorures alcalins, contenus dans les blocs qui viennent d'être décrits, est telle que ceux-ci constitueraient de véritables minerais de ces sels, si l'on pouvait les exploiter dans des gisements en place.

Il n'en est pas toujours ainsi; si, en effet, tous les blocs recueillis sur les pentes du cône, de même que les lapilli et les cendres³, renferment aussi des chlorures et sulfates alcalins, ceux-ci y sont généralement invisibles à l'œil nu; mais il suffit de les mouiller et de les sécher pour faire apparaître à

leur surface un givre blanc. Au début de l'éruption, après chaque pluie, la surface des ruisselets boueux présentait la même particularité.

L'abondance du chlorure de potassium, sa fréquence prédominance sur celui de sodium, parmi les produits d'un volcan leucitique, ne sont pas pour surprendre ceux, et je suis de ce nombre, qui estiment que tous les produits émanés d'un volcan proviennent essentiellement du magma lui-même; mais il n'est pas superflu d'insister sur ces faits, qui sont précieux pour la discussion des théories cherchant aux éléments des fumerolles volcaniques une origine extérieure. l'intervention des eaux de la mer, par exemple.

On verra dans l'un des paragraphes suivants les différentes transformations minéralogiques subies par quelques-uns des blocs rejetés par les explosions vulcaniennes et qui sont le résultat de l'action des fumerolles profondes; leur étude ne peut être séparée de celle des laves elles-mêmes.

§ 3. — Fumerolles secondaires.

On vient de voir que les produits qui s'élèvent d'une coulée continue de lave sont harmonieusement déterminés en fonction de la température décroissante du magma au cours de son refroidissement; ces produits, volatils ou transportables, ne sont autres que ceux, non renouvelés, contenus dans le magma fluide au moment de son épanchement.

Si une portion limitée de ce magma, au lieu d'être épanchée lentement, est expulsée violemment du cratère par des projections, elle se refroidit brusquement et perd en une seule fois tous ceux de ses produits volatils ou transportables qui ne restent pas emprisonnés dans ses cavités. Mais on peut concevoir des conditions telles que ce refroidissement brusque ne puisse se produire; dès lors, le magma, bien que morcelé, se comporte, dans son refroidissement lent, comme la roche continue d'une coulée ou tout au moins suit une

suivant les résultats, ces nombres sont rapportés à 100 parties de cendres :

	<i>n</i>	<i>h</i>
NaCl	1,472	1,394
MgCl ₂	0,184	0,165
MuCl ₂	0,041	0,048
CaSO ₄	0,810	0,882
K ₂ SO ₄	0,337	0,272
Na ₂ SO ₄	0,051	0,277
SiO ₂	0,006	0,002
	2,651	3,210

Cette proportion de sels solubles est au moins dix fois plus grande que celle que j'ai observée dans les cendres de la Montagne Pelée. On y retrouve aussi une grande quantité de sulfate de chaux. La proportion de sel potassique est beaucoup plus faible que dans les sublimations étudiées plus haut.

¹ Au cours d'une excursion que j'ai faite avec M. Brun, nous avons acheté à un guide un échantillon provenant d'un autre bloc et contenant aussi de gros cristaux de sylbite. M. Brun a bien voulu me communiquer l'analyse suivante des sels imprégnant la roche après élimination des gros cristaux de sylbite : la partie soluble dans l'eau est de 22 % : KCl : 37,39, NaCl : 31,50, AzH₄Cl : 1,50, MgCl₂ : 4,25 Fe-Mn Cl₂ : 1,99.

² J'ai trouvé aussi des blocs altérés d'une façon profonde par des fumerolles : ils sont riches en cristaux d'hématite, et contiennent des chlorures et des sulfates solubles, au nombre desquels sont ceux de fer, qui manquent dans les blocs dont il est question ici.

³ M. E. Casoria vient de publier l'analyse suivante des sels extraits de la cendre grise a et de la cendre rose (b) tombées les 9 et 10 août à Portici : il interprète de la façon

marche parallèle, la nature des produits qu'il peut émaner restant limitée par la température maximum qu'il possédait au moment de sa projection.

Les brèches accumulées sur une grande épaisseur, dans un temps très court, par les nuées ardentes de la Montagne Pelée, ont réalisé un optimum de ces conditions du refroidissement très lent pour des portions d'un magma neuf transportées à grande distance du point de sortie; elles étaient constituées par des matériaux de toutes dimensions, et souvent très fins, mauvais conducteurs de la chaleur, dans lesquels étaient noyés de gros blocs à haute température.

Le dégagement de produits volatils ou transportables, lent et tranquille quand le refroidissement de la brèche était spontané, rapide et violent lorsqu'il était accéléré par l'intervention des eaux pluviales, déterminait la production de fumerolles, d'abord généralisées sur toute la surface de la brèche, bientôt localisées sur certains points. J'ai désigné sous le nom de *fumerolles secondaires* ces fumerolles sans racines profondes.

La production, au cours de l'éruption récente du Vésuve, de brèches, édifiées à sec, m'avait fait espérer qu'il me serait possible de poursuivre mes recherches sur cette question, qui m'avait tant préoccupé à la Martinique : les résultats ont été négatifs; il est aisé d'expliquer pourquoi.

Les matériaux, rejetés sur le cône et alimentant les avalanches sèches, sont restés jusqu'au début de mai assez chauds pour rendre, par places, désagréable l'ascension des bords du cratère; mais, nulle part, je n'ai trouvé la température suffisamment élevée pour produire de véritables fumerolles secondaires; ces matériaux n'étaient véritablement brûlants que là où ils recouvraient les fumerolles de la lave récente ou quelques fissures du cône; ils étaient réchauffés plutôt que chauds naturellement, et les quelques enduits qu'ils présentaient doivent être rapportés aux fumerolles sous-jacentes. Cette température, relativement peu élevée, des brèches est due à leur origine; on a vu, en effet, plus haut, que leurs éléments ne sont pas constitués par du magma neuf, mais simplement par des débris du cratère.

Il en est été sans doute autrement s'il avait été possible de pénétrer jusqu'à la couche constituée par les projections stromboliennes de la nuit du 7 au 8 août, recouvertes par plusieurs mètres de ces produits inertes.

A la suite de l'éruption de 1872, Palmieri a observé sur les bords du cratère de véritables fumerolles secondaires, donnant des chlorures déliquescents; elles avaient à peu près disparu le 15 juillet, soit 80 jours après le paroxysme; elles étaient l'homologue de celles que j'ai observées sur les

bords du cratère de la Montagne Pelée (résultat des projections verticales), et qui ont mis environ cinq mois à se refroidir complètement.

L'abondance des chlorures alcalins contenus dans les blocs de la brèche de 1906 montre que, si les conditions de température avaient été favorables, les fumerolles secondaires en dérivant eussent donné des produits autrement abondants que ceux que j'ai observés à la Martinique.

J'ai rencontré dans la description de l'éruption de 1872 par Palmieri une observation intéressante pour l'histoire des fumerolles secondaires. Ce savant a trouvé, sur les bords de la coulée de lave près de Massa, une de ces grosses enclaves si abondantes parmi les produits de cette éruption; elle était constituée par un bloc de brèche ancienne, mesurant 5 mètres de diamètre et entouré par une écorce de lave récente; des fumerolles chlorhydriques s'échappaient des fissures de celle-ci. Palmieri, l'ayant fait briser pour vérifier si elle faisait corps avec la lave sous-jacente, constata que la brèche était riche en cristaux d'hématite qui, le surlendemain, avaient été en partie transformés en chlorure de fer par les vapeurs chlorhydriques continuant à se dégager du centre à haute température; celui-ci, démoli à son tour, fournit une grande quantité de magnifiques cubes de chlorure de calcium, que Scacchi a décrits sous le nom de *chlorovalcite*.

§ 4. — Mofette.

La fin des grandes éruptions du Vésuve est généralement signalée par la production d'abondants dégagements d'acide carbonique, de *mofette*, qui apparaissent beaucoup moins dans le cratère ou dans les fissures supérieures de la montagne que dans les parties basses de celle-ci, c'est-à-dire dans les caves, les puits, les carrières de la région habitée, particulièrement à Pugliano, Résina, Torre del Greco, etc. Elles déterminent parfois la mort d'hommes et sont d'ordinaire désastreuses pour la végétation ambiante.

Ces mofettes, très analogues à celles de la grotte du Chien, dans les Champs Phlégréens, ont été longuement décrites par Breislak à la suite du paroxysme de 1794; elles ont été souvent étudiées depuis lors, en particulier par Ch. Sainte-Claire Deville et par M. Fouqué : elles constituent les fumerolles à basse température.

M. Mercalli m'a écrit en juin qu'elles avaient fait leur apparition sur les flancs du Vésuve, à Portici et Résina; mais je n'ai aucun renseignement précis sur ce phénomène, qui n'avait pas commencé au moment où j'étais en Italie. Il faut cependant peut-être y rapporter une observation que M. Matteucci a signalée dans le *Bulletin* du volcan qu'il télégra-

phiait à Naples pendant l'éruption; il y a indiqué, à la fin d'avril, que la colonne de vapeurs s'élevant du cratère, ayant été rabattue un jour vers le Nord-Ouest, l'Observatoire a été envahi par des gaz asphyxiants, mais dont la nature n'a pas été spécifiée.

11. — PHÉNOMÈNES DIVERS.

§ 1. — Mouvements du sol.

Pendant toute la période paroxysmale, de violents mouvements du sol ont ébranlé le cône et ont même été parfois ressentis dans les communes vésuviennes; ils ont été particulièrement violents dans la nuit du 7 au 8 avril, et j'y ai fait allusion au cours de l'historique donné plus haut. Les constructions de l'Observatoire et de l'hôtel Cook ont été fortement secouées, sans que cependant il en soit résulté aucun dommage.

Les télégrammes de M. Matteucci, affichés à Naples, ont fait mention de l'extrême agitation des appareils sismiques de l'Observatoire pendant toute cette période; ces mouvements ont été en s'atténuant progressivement jusqu'à la fin d'avril. Aucun renseignement précis n'ayant été publié jusqu'à présent sur cette question, je ne l'indique ici que pour mémoire; elle ne pourra être traitée qu'à l'aide des observations recueillies à l'Observatoire du Vésuve.

Il est bien probable que, comme dans le cas des grandes explosions de la Montagne Pelée, les vibrations de l'air, dues aux violentes détonations du cratère, ont joué quelque rôle dans les frémissements des murs des habitations.

Il résulte des observations de M. Baratta¹ et de M. Mercalli² qu'un soulèvement temporaire de la côte s'est produit au cours de l'éruption entre Portici et Vico Equense; son amplitude a atteint de 30 à 40 centimètres. Les deux marégraphes de Naples n'ont rien enregistré. Il est à regretter qu'aucun instrument de ce genre n'existe sur la côte au pied du Vésuve, là où, au cours de plusieurs éruptions antérieures, des phénomènes du même ordre ont été signalés.

§ 2. — Phénomènes électriques.

Dès le 4 avril, et surtout pendant le paroxysme de la nuit du 7 au 8, des manifestations électriques, d'une extrême intensité, se sont produites dans les colonnes de vapeurs et de matériaux solides projetés par les explosions volcaniennes; elles ont commencé à décroître dès le matin du 8, mais sont restées notables jusqu'au 13.

M. G. di Paola, qui se trouvait près de l'Obser-

vatoire dans la nuit du paroxysme, vient de publier³ quelques intéressantes observations préliminaires sur cette question. Il a décrit le spectacle admirable de ces énormes colonnes, s'élevant du cratère avec un bruit assourdissant, et présentant, surtout dans leur partie moyenne, un véritable treillis d'incessants éclairs, les uns rectilignes, les autres en zig-zag, d'autres enfin, énormes, en forme d'arc, se prolongeant du sommet de la Somma à la crête du Vésuve. Il ne semble pas, d'après sa description, qu'il se soit produit ces éclairs en forme d'étoiles scintillantes qui ont été si fréquents dans les nuées paroxysmales de la Montagne Pelée⁴ et qui ont été observés alors jusque dans les nuages entraînés par le contre-alizé au-dessus de Fort-de-France, c'est-à-dire à 25 kilomètres du cratère.

Dans phénomènes électriques intenses se sont répétés au cours de toutes les grandes éruptions du Vésuve, depuis celle de l'an 79, dont Pline a si bien décrit⁵ les éclairs, et en particulier pendant celles de 1631, 1727, 1766, 1767⁶, 1773, 1779, 1822, 1839, 1861, 1872.

Les observations de M. di Paola confirment, en outre, celles de Palmieri, à savoir que le potentiel électrique de la cendre qui tombe est toujours négatif, alors que celui de la vapeur d'eau en voie de condensation, qui s'élève, est positif; enfin que la production d'éclairs dans les colonnes de vapeur émises par le cratère implique nécessairement une ascension rapide, c'est-à-dire une grande violence de l'explosion et une abondance considérable de matériaux solides; c'est pourquoi les phénomènes électriques cessent avec la période paroxysmale, malgré la compacité encore fort grande des nuées qui se succèdent pendant de longs jours après elle.

III. — LES TORRENTS BOUEUX.

L'épilogue habituel des éruptions volcaniques consiste dans la production de torrents boueux; les *lave d'acqua* et les *lave di fango* du Vésuve sont célèbres; celles des éruptions de 1631, 1639, 1768,

¹ Bull. Soc. Naturalist. Napoli, t. XX, 1906.

² Op. cit., p. 174.

³ « Ab altero latere nubes atra et horrenda ignei spiritus tortis vibratibus discursibus rupta in longas flammarum figuras delinsebat: fulguribus illa et similes et majores erant. » Lib. VI, Litt. XX. Le passage s'applique, non pas à la colonne s'élevant du cratère, mais au nuage de cendres s'avancant vers Misène, c'est-à-dire à un nuage analogue à celui qui a apporté la cendre à Naples au cours de l'éruption récente.

⁴ Hamilton a signalé (Observ. on Mount Vesuvius,...., London, 1774, p. 46) les phénomènes électriques intenses de ces éruptions en ces termes: « Besides the lightning, which perfectly resembled the common forked lightning (eclairs en zig-zag), there were many meteors, like what are vulgarly called falling stars », qui font penser à la production d'éclairs en étoiles scintillantes du genre de celles de la Montagne Pelée.

⁵ Rivist. Geogr. ital., t. XIII, fasc. VI.

⁶ Mem. Pontif. Accad. Romana Nuov. Lincei, t. XXIV.

1799, 1794, 1822, 1872 en particulier, etc., ont été souvent citées.

Je me suis préoccupé particulièrement de l'étude de ce phénomène¹, qui m'avait beaucoup intéressé, lors des éruptions des Antilles. L'éruption récente fournissait d'ailleurs des conditions bien déterminées pour son examen détaillé, à cause de la localisation dans l'espace des produits rejetés par le volcan : couche épaisse de lapilli dans le secteur Nord-Est dévasté le 7-8 avril, brèches à gros éléments produites à sec sur le cône et entraînées ensuite sur les pentes par les avalanches, enfin poussière fine sur l'ensemble du volcan.

Les débuts du phénomène devaient être surtout intéressants à suivre, alors que les torrents boueux n'avaient pas encore atteint et raviné le sous sol.

Le mécanisme de la production des torrents boueux, au cours d'une éruption, n'est pas compliqué; à la suite de pluies tombées sur les hauteurs du volcan, les matériaux incohérents récemment rejetés, toujours plus ou moins poreux, absorbent facilement l'eau pluviale. Si les précipitations atmosphériques sont très intenses, comme cela avait lieu aux Antilles, un torrent peut se former immédiatement; mais, si, comme tel a été le cas au Vésuve, dans les premiers jours de l'éruption, la pluie est localisée, intermittente, et peu abondante, l'imbibition se fait peu à peu; quand elle est suffisante², la masse tout entière se met en marche sur les pentes, dévale dans les vallées sous forme d'une pâte épaisse, s'avancant avec rapidité vers les régions basses, érodant, entraînant tout sur son passage.

La lave boueuse s'arrête enfin et constitue, par sa consolidation, un conglomérat à structure chaotique.

C'est là le cas le plus simple, celui qui est réalisé quand la quantité de pluie n'est pas trop considérable; mais, si elle continue à tomber en abondance, au cours de la mise en marche de la lave boueuse, celle-ci est suivie par une onde plus liquide, qui la ravine d'abord, puis entame le vieux sol et, dans tous les cas, va déposer plus ou moins loin, dans les parties basses, des sédiments à stratification torrentielle.

Revenons à l'éruption récente; dans la zone du Nord-Est, les matériaux constituant la lave boueuse étaient, dans la période de mes observations,

uniquement constitués par des lapilli assez bien calibrés, réunis par de la boue fine.

J'ai assisté, le 21 avril, à la descente de la première coulée boueuse dans le lit du torrent d'Ottajano, en partie remblayé. Une fois desséchée, elle formait un talus noir, se détachant sur le fond blanc de la cendre environnante; elle mesurait 8 mètres de largeur sur 0^m,75 d'épaisseur à son front; sa surface était couverte par des rides concentriques, rappelant celles qui caractérisent les coulées de véritable lave, très visqueuse; on distinguait, en outre, des sillons longitudinaux étagés, correspondant aux niveaux successifs du courant. Son aspect, les particularités de sa marche offraient des points de comparaison tout à fait saisissants avec ce que l'on observe dans les coulées de lave: je renvoie les lecteurs que cette question intéresse aux photographies qui sont reproduites dans mon *Mémoire de la Société géologique de France*, auquel j'ai fait allusion plus haut.

A peine cette boue était-elle en voie de dessiccation que sa surface se couvrait d'un givre blanc, dû aux chlorures et aux sulfates alcalins qui imprègnent tous les matériaux de projection de l'éruption.

Quelques jours plus tard, à la suite de pluies torrentielles persistantes, des torrents boueux plus importants et en même temps plus liquides ont parcouru cette même vallée, inaugurant la phase érosive; ils ont débarrassé le lit d'une partie des matériaux récents et déterminé sur leur passage les dégâts habituels: inondations, ruptures de ponts, charriage de gros blocs arrachés aux constructions, etc.

Dans la région de la Somma extérieure à la zone dévastée par les lapilli, le sol n'était couvert que par de la poussière fine; celle-ci a été facilement délayée par l'eau, donnant une sorte de vase, à pâte très uniforme, coulant plus facilement que la boue granuleuse dont il vient d'être question plus haut; je l'ai vue, le 28 avril, envahir les environs de Cercola, remplir le rez-de-chaussée des maisons, emporter des pans de mur et laisser localement sur son passage une épaisseur de près de 1 mètre d'une masse noire, non stratifiée, qui, après dessiccation, avait l'aspect et la consistance³ d'un ciment bien pris.

Sur les flancs du cône, la nature des matériaux recouvrant le sol a donné un caractère spécial aux torrents boueux, dont la production a été grandement facilitée par la topographie, les couloirs des avalanches sèches imposant une direction déterminée à l'écoulement des eaux et les dirigeant

¹ A. LACROIX : *C. R.*, t. CXLII, p. 1214, 1906.

² Le phénomène se produit souvent alors que la pluie a cessé: la lave arrive alors dans les parties basses où le temps est beau; on comprend dès lors pourquoi si souvent, dans l'ignorance de la cause première du phénomène, on ait cru à l'origine cratérienne de certains torrents boueux. Cette origine est évidente dans certains cas, comme au début de l'éruption de la Montagne Pelée et de celle de Saint-Vincent, mais elle implique des conditions assez rarement réalisées et absentes du Vésuve.

³ Cette prise facile de la cendre fine, sous l'influence de l'eau, était frappante dans les rues de Naples, durant les jours qui ont suivi sa chute, à la suite des arrosages.

nécessairement sur les brèches incohérentes, étalées à leur base.

Tant que les pluies ont été peu importantes, elles ont seulement délayé la surface, consolidé la brèche encore en place, l'enrichissant en matériaux de grande taille, par l'entraînement de la poussière fine superficielle, constituant enfin les coulées boueuses en miniature que, dans la figure 2 (voir aussi fig. 20, page 894), on voit baver sur les flancs ou dans le fond des couloirs d'avalanches.

Tel est le cas qui a été réalisé jusqu'à la fin de mon séjour à Naples; mais bientôt des précipitations atmosphériques se sont produites avec une plus grande violence, entraînant tout d'abord la cendre fine superficielle, entamant ensuite d'une façon profonde les brèches dont il vient d'être question, et devenant, par suite, fort dangereuses à cause des matériaux de grande taille transportés.

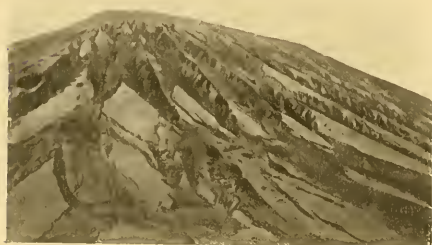


Fig. 2. — Barrancos du cône terminal servant à l'écoulement des eaux pluviales.

Le 18 mai¹, un torrent boueux, qui a commencé à se former sur l'emplacement de la gare inférieure du funiculaire, grossi par un grand nombre de petits affluents issus des coulées de laves anciennes, est descendu sur les pentes de la montagne, ne s'arrêtant qu'au voisinage de Résina, après avoir fait de nombreux ravages matériels et deux victimes humaines. De même, le 21 mai, une lave boueuse, issue de l'Atrio del Cavallo, est descendue dans le Fosso della Vetrana, sur la coulée de 1872, et a ravagé San Sebastiano, Cercola, Pollena, en même temps qu'une autre coulée partait du Colle Umberto et menaçait la route de l'Observatoire.

Les phénomènes que j'ai vus à l'œuvre dans la production et l'enchevêtrement des formations chaotiques accumulées à sec par les avalanches et de celles produites à leurs dépens sous l'influence de l'eau, l'analogie de structure que présentent les unes et les autres, après dessiccation et tassement, sont d'un puissant intérêt pour les géologues qui

ont à débrouiller la stratigraphie des volcans éteints, tels que ceux d'Auvergne; ils expliquent une fois de plus les difficultés d'interprétation souvent inextricables que l'on rencontre dans l'étude des brèches et des conglomérats trachytiques et andésitiques. Ils montrent que, s'il est utile de chercher, dans chaque cas particulier, à se rendre compte de leur origine, il est illusoire et inutile d'entreprendre de les distinguer les unes des autres sur une carte géologique, même à grande échelle, tant qu'il s'agit des parties élevées du volcan, bien entendu, car, à la périphérie de celui-ci, les conglomérats d'origine aqueuse vont seuls s'étaler et constituer ainsi une bordure, souvent fort large, aux brèches édifiées à sec.

IV. — LES PRODUITS DE L'ÉRUPTION.

Le massif du Vésuve compris dans son ensemble géologique, c'est-à-dire la Somma et le Vésuve proprement dit, présente, au point de vue pétrographique, de grandes variations; mais toutes les roches qui le constituent ont un air de famille remarquable: toutes, en effet, sont très potassiques, renferment de la leucite ou ont une composition virtuelle permettant la production de celle-ci.

La constitution pétrographique de la Somma est beaucoup plus complexe que celle du Vésuve, car non seulement elle renferme des roches basiques à leucite, des *leucotéphrites* (forme microlitique de la combinaison leucite et plagioclases), qui constituent ces tilons et ces coulées visibles dans les remparts dominant l'Atrio del Cavallo et la Valle dell' Inferno, mais elle contient encore de nombreux types de roches blanches ou simplement de couleur claire, dont les blocs ou les ponceux forment d'épaisses couches de tufs et de brèches.

Le Vésuve, au contraire, a été édifié par une accumulation de scories, de cendres, de coulées et de tilons, appartenant uniquement à des *leucotéphrites*, qui présentent d'ailleurs, suivant les éruptions, des variations, malheureusement encore imparfaitement étudiées. Elles se traduisent extérieurement par divers faciès, dépendant surtout de l'abondance plus ou moins grande de phénocristaux et de la nature du minéral qui prédomine parmi ceux-ci (leucite, augite, olivine).

Je m'occuperai successivement du magma neuf épanché sous forme de coulées ou rejeté par les explosions (surtout par les stromboliennes), puis ensuite des débris du vieux sol, qui constituent les matériaux prédominants expulsés par les explosions vulcaniennes².

¹ Il Mattino, Napoli, 19 à 24 mai 1906.

² A. LACROIX: Les produits laviques de la récente éruption du Vésuve. C. B., t. CXLIII, p. 13. Les analyses contenues dans cette note et reproduites ici ont été faites par M. Pisanì.

§ 1. — Le magma neuf.

La lave actuelle a une pâte d'un gris noir, dans laquelle se détachent en assez grande quantité des phénocristaux de leucite et d'augite de quelques millimètres de diamètre.

Il était particulièrement intéressant de rechercher si, au cours de l'éruption, il ne s'est pas effectué quelque modification chimique (différenciation ou endomorphisme au contact des parois) entre les parties superficielles du magma (projections stromboliennes du début du paroxysme) et sa portion épanchée en dernier lieu. Les analyses suivantes montrent qu'il ne s'est produit, dans ces conditions, aucune variation systématique et que le magma a conservé une remarquable fixité de composition : des analyses d'échantillons plus nombreux fourniraient peut-être des différences plus grandes. Je donne ci-après l'analyse (a) des scories du début du paroxysme, recueillies près de l'Observatoire par M. Matteucci, auquel je les dois; (b) de la lave du 8 avril, provenant du voisinage du cimetière de Torre Annunziata; je reproduis, en outre, les analyses des laves de 1831 (c) et de 1872 (d), dues à M. Washington; elles sont, on le voit, très analogues à celles de la lave récente :

	a	b	c	d
SiO ²	47,30	48,28	47,71	47,65
Al ² O ₃	18,59	18,39	18,44	19,28
Fe ² O ₃	1,52	1,12	2,46	2,63
FeO	7,62	7,88	5,68	6,48
MgO	3,86	3,72	4,80	4,19
CaO	9,16	9,20	9,52	9,01
Na ² O	2,72	2,84	2,75	2,78
K ² O	7,05	7,25	7,64	7,47
TiO ²	1,03	1,28	0,37	tr.
P ² O ₅	tr.	0,51	a	0,50
Perte au feu	1,25	0,62	a	0,24
	100,32	101,09	99,27	100,23

Cette composition peut être considérée comme caractéristique des laves modernes du Vésuve; elle est particulièrement remarquable par la haute teneur en potasse. Ces roches appartiennent au type *vésuviose* (11.8.2.2) de la classification chimico-minéralogique quantitative.

Sans insister ici sur cette question technique, je ferai remarquer que les roches plus anciennes de la Somma diffèrent en particulier des laves récentes par une quantité moindre de potasse et par une valeur plus petite du rapport K²O : Na²O

An point de vue minéralogique, je me suis attaché à suivre le développement de la cristallisation dans cette lave en comparant entre elles les formes de refroidissement de moins en moins rapides.

Les scories des explosions stromboliennes sont très riches en verre brun : la scorie analysée en a est étirée, fragile, elle s'émiette sous la pression

des doigts; une autre, que je dois à M. Mercalli, qui l'a recueillie à la bouche de 1.200 mètres, est, au contraire, fort résistante. Le caractère de ces scories est de renfermer dans leur verre de gros cristaux d'augite, de leucite, de titanomagnétite, ainsi qu'un peu de plagioclase basique (labrador à bytownite), avec fort peu d'apatite et d'olivine. Il existe peu ou pas de microlites de feldspath, mais beaucoup de petits microlites d'augite à formes nettes. Le magma a été surpris en voie de cristallisation normale et tranquille; son refroidissement a été brusque, sans production de cristaux au cours du rapide trajet aérien.

Une forme de consolidation moins rapide s'observe au front et sur les parties scoriacées superficielles des coulées; la roche est encore plus ou moins chargée de verre brun; elle renferme les mêmes phénocristaux que les scories, mais ils paraissent y être moins abondants. La biotite n'est pas rare en phénocristaux macroscopiques; on observe, en outre, une grande quantité de microlites de leucite, d'augite, de plagioclases, souvent cristallitiques.

Quant au type le plus cristallin, il peut être trouvé dans l'intérieur des gros blocs de la surface des coulées brisée par retrait; c'est celui qui continue à cristalliser par refroidissement lent. La roche, quoique à grains fins, est presque holocristalline, par suite de la dévitrification à peu près complète du verre du type précédent et de l'engraisement de ses microlites. Le verre même des inclusions de la leucite est souvent transformé en augite et en titanomagnétite.

Je n'ai pas parlé jusqu'à présent du périclote, qui existe presque toujours, mais en faible quantité et principalement à l'état microlitique.

De ces observations, on peut conclure, entre autres choses, d'une part que les phénocristaux de leucite sont certainement intratelluriques, mais vraisemblablement de cristallisation peu profonde, puisque la lave rapidement épanchée en renferme généralement moins que les scories rejetées du cratère, et, d'autre part, que la période microlitique de la leucite n'a véritablement commencé que pendant l'épanchement.

§ 2. — Les produits des éruptions vulcaniennes.

Les plus importants de ces produits sont ceux dont l'accumulation a recouvert le cône et alimenté les avalanches sèches. On a vu plus haut que la poussière fine est le résultat de la trituration des éléments de plus grande taille, je n'y reviendrai donc pas; il est nécessaire, tout d'abord, de dire quelques mots des lapilli projetés sur Ottajano et ses environs, afin de légitimer les conclusions que j'ai exposées plus haut (p. 895).

1. *Lapilli d'Ottajano*. — La plus grande partie des lapilli, rejetés dans le secteur Ottajano-San Giuseppe, est constituée par des scories noires, les unes assez légères, à surface vernissée, les autres plus ternes et plus lourdes, parfois rougeâtres; elles se distinguent, dès le premier abord, des scories des explosions stromboliennes du début de l'éruption par l'abondance des gros cristaux nets d'augite, pouvant être facilement détachés, et des lamelles de biotite. L'examen microscopique montre, en outre, en petite quantité, des phénocristaux de leucite, de plagioclases, d'apatite et d'olivine. Tous ces minéraux sont disséminés dans une pâte, ne devenant tout à fait transparente qu'en lamies extrêmement minces; on y voit alors de petits cristaux de leucite et un lacis d'aiguilles filiformes d'augite et de grains de magnétite.

L'analyse chimique de ces scories a fourni les résultats suivants, qui montrent, avec la plus grande netteté, qu'elles appartiennent à un type chimico-minéralogique tout à fait différent (III. 7.3.3) de la lave actuelle, moins alumineux, moins riche en alcalis, notamment en potasse, plus magnésien et plus calcique, ce qui entraîne la diminution des feldspaths et des feldspathoïdes et l'augmentation de la teneur en minéraux ferromagnésiens :

SiO ₂	48,10
Al ₂ O ₃	13,31
Fe ²⁺ O ₃	3,20
FeO	3,13
MgO	7,55
CaO	12,17
Na ₂ O	1,98
K ₂ O	3,22
TiO ₂	1,13
P ₂ O ₅	0,12
Perte au feu	0,87
	100,25

L'étude minéralogique et chimique de ces scories vient donc confirmer les conclusions que j'ai exposées plus haut au sujet de leur origine, à savoir qu'elles n'appartiennent pas au magma neuf, mais ont été arrachées au vieux sol et projetées par les explosions vulcaniennes.

Ces lapilli sont mélangés de nombreux fragments de roches non scoriacées, parmi lesquelles se trouvent tous les types pétrographiques, dont il me reste à m'occuper.

2. *Les roches constituant les brèches édificées à sec*. — Les matériaux rejetés sur les flancs de la montagne présentent un grand intérêt, à un double point de vue; ils permettent, en effet, de faire l'inventaire des roches entrant dans la constitution du cône du Vésuve et de son soubassement; ils nous apportent, en outre, des profondeurs inaccessibles à l'observation directe, des indications pré-

cieuses sur les phénomènes métamorphiques qui s'y produisent au voisinage du magma incandescent.

Ces roches, considérées intrinsèquement, peuvent être rapportées à deux groupes d'importance tout à fait inégale. Les unes sont d'origine volcanique, les autres constituées par des calcaires ou des roches très cristallines résultant de leur transformation. Ces dernières sont, proportionnellement aux autres, peu abondantes; elles le sont cependant assez pour montrer que les tufs anciens de la Somma, auxquels elles ont été arrachées, ont été profondément attaqués par les explosions paroxysmales. Tout en étant très intéressantes intrinsèquement, elles ne fournissent rien de plus que ce qui est déjà connu dans les tufs de la Somma: on y retrouve, en particulier, les agrégats holocristallins, parfois zonés, formés d'augite, de biotite, de périclote, d'anorthite, de humboldtite, de spinelle, d'idocrase, de grenat, etc., minéraux associés entre eux de façons très variées; je signalerai même un intéressant bloc à sarcolite.

Les blocs d'origine volcanique se présentent sous plusieurs formes: Les uns constituent des roches, à cassure luisante, fissurées par retrait, offrant parfois l'aspect de bombes vulcaniennes; ce sont des fragments de roches en place (filons ou coulées), morcelées par les explosions récentes et lancées à l'extérieur, alors qu'elles étaient entièrement consolidées, mais possédaient une température relativement élevée (sans doute acquise).

Les autres sont ou monogènes, ou arrondis, ou formés par la réunion de fragments agglomérés: ce sont, dans ce cas, des débris de brèches. Ces matériaux, qui ont déjà vu le jour, au moins une fois et peut-être davantage, sont de vieux produits de projection, arrachés à des couches de tufs ou de brèches d'éruptions antérieures.

Au point de vue minéralogique, toutes ces roches sont des *leucotéphrites*, mais elles varient à la fois dans leur composition chimique et minéralogique (richesse plus ou moins grande en olivine, en leucite, en plagioclases) et dans leur structure.

Dans quelques-unes d'entre elles, il est possible de reconnaître des types pétrographiques comparables à ceux qui sont connus dans les coulées historiques du Vésuve.

Les autres, beaucoup plus cristallines, possédant une structure doléritique, sont plutôt à comparer à certains des types qui abondent dans les tufs et les brèches de la Somma et qui ont une même origine; ce sont des fragments de coulées intrusives ou de filons, ayant cristallisé à une profondeur plus ou moins grande, et par suite dans des conditions différentes de celles des types précédents. Ces roches sont parfois miarolitiques et renferment alors dans leurs cavités des cristaux

nets de leurs minéraux constitutifs, auxquels s'ajoutent fréquemment de la hornblende et de la biotite.

L'étude de ces diverses roches est intéressante en ce qu'elle permet de retracer les variations du magma de ce massif volcanique et l'influence des conditions de refroidissement sur la nature des roches qui en sont dérivées. Mais les *modifications métamorphiques* observées dans beaucoup d'entre elles ont une importance plus générale. J'ai recueilli une très grande quantité de documents sur cette question du métamorphisme, qui, sous ses formes complexes, me préoccupe depuis de longues années.

Les modifications métamorphiques observées sont de deux ordres. Les unes sont uniquement dues à des actions calorifiques : elles se sont produites aux dépens de blocs charriés par le magma encore fluide ou retombés dans celui-ci après projection; elles peuvent être d'origine récente, s'être effectuées au cours du paroxysme actuel. Les minéraux fusibles ont fondu, donnant ainsi un verre, qui enveloppe des débris intacts et renferme fréquemment quelques minéraux néogènes. Ces phénomènes de fusion s'observent aussi bien dans les roches volcaniques que dans celles qui résultent du métamorphisme de calcaires¹. Le verre est noir, sauf dans des roches d'un blanc verdâtre à aspect poreux, dans lesquelles des grains anciens de quartz, des cristaux récents de pyroxène et de wollastonite sont noyés au milieu d'un verre incolore et bulleux; elles correspondent à des grès calcaires métamorphisés, fondus.

Beaucoup plus importantes sont les modifications qu'il me reste à étudier; elles se sont produites à une température inférieure à celle de la fusion du plus fusible des minéraux constituant la roche normale. Elles ne sont plus l'œuvre de l'éruption récente comme les précédentes, mais résultent d'une action antérieure, longuement prolongée; elles s'observent enfin, soit dans des blocs de lave, soit dans ceux de brèches, formés de fragments, de petits lapilli et de cristaux nets plus ou moins solidement agglomérés entre eux.

L'intensité des modifications observées est très variable suivant les échantillons. Quand l'attaque a été légère, l'aspect macroscopique de la roche n'est point changé; si elle était originellement bulleuse ou scoriacée, toutes ses cavités sont tapissées de minéraux néogènes cristallisés; dans le cas d'une brèche, tous les fragments qui la constituent sont enrobés par un givre des mêmes substances.

Mais souvent l'attaque est plus profonde; par suite de corrosion, les cristaux de leucite devien-

nent comme autant de petites géodes; puis la transformation gagne de proche en proche : tantôt de grandes cavités se creusent, tantôt la structure change complètement; de compacte, elle devient uniformément poreuse, très cristalline; de grands cristaux néogènes (particulièrement de microsommite) apparaissent souvent, simulant des phénomènes cristallins, lâchement unis aux minéraux qui les entourent. Il est parfois difficile de distinguer un bloc monogène, offrant ce genre de transformation, d'une brèche polygène suivant le même processus.

Le caractère essentiel de toutes ces modifications, quelle que soit leur intensité, réside dans la disparition partielle ou totale de la leucite, qui conserve ses formes géométriques, mais se transforme en sanidine, en sodalite et surtout en *microsommitte*, fréquemment accompagnée de plagioclases basiques. Il ne s'agit pas toujours d'une épigénie sur place; les produits néogènes vont aussi cristalliser en dehors du moule leucitique, et ce sont eux qui prennent des formes nettes dans les cavités voisines. Ces minéraux incolores, feldspaths et feldspathoïdes, sont accompagnés de nombreuses autres espèces minérales, offrant aussi de fort beaux cristaux; les plus abondantes sont : l'*augite*, la *hornblende*, la *biotite*, l'*hématite*, la *magnétite*, plus rarement le *grenat mélanite*, le *spinel* et l'*olivine*; j'ai observé, en outre, quelques cas de recristallisation de leucite.

Ces minéraux ne se groupent pas d'une façon quelconque; ils constituent des associations favorites, en relation, d'une part avec la roche aux dépens de laquelle ils se sont produits, et, d'une autre, avec les conditions de leur cristallisation. C'est ainsi, par exemple, que la hornblende brune et la magnétite, souvent associées, paraissent s'être formées en milieu réducteur, tandis que l'augite aegyrinique jaune d'or, dont le fer est en partie peroxydé, toujours accompagnée d'abondants cristaux d'hématite, a certainement cristallisé en milieu oxydant.

Ces minéraux ferrugineux ou ferromagnésiens ne sont pas simplement formés en beaux cristaux dans les druses; ils imprègnent aussi la roche, moulant ses éléments normaux; l'augite et l'amphibole, quelquefois le mica, peuvent s'orienter géométriquement sur le pyroxène ancien. Tel est, en particulier, le cas pour l'augite jaune d'or; dans les blocs renfermant ce minéral en cristaux drusiques, l'augite ancienne se colore progressivement en jaune et prend les propriétés optiques de l'augite aegyrinique. Cette observation mérite d'être retenue, car elle nous fournit une donnée expérimentale précise sur le mécanisme de cette transformation des leucitites du Latium à laquelle a été donné le nom de *sperone*. Cette comparaison est

¹ J'ai observé des faits du même genre dans les blocs holocristallins qui abondaient dans les projections de la dernière éruption (1902) de la Soufrière de Saint-Vincent.

encore accentuée par l'existence, dans certains de ces blocs, de cristaux de mélanite, l'un des minéraux caractéristiques du sperone¹.

Je n'insisterai pas davantage sur le détail de ces phénomènes complexes, dont je poursuis l'étude, me bornant à faire remarquer qu'ils sont d'un intérêt spécial pour les minéralogistes français, car ils jettent un jour très vif sur l'interprétation à donner aux blocs à minéraux, qui, depuis longtemps, ont rendu célèbres certains gisements trachytiques du Mont-Dore.

Le mécanisme de ces transformations métamorphiques peut être établi avec une certaine vraisemblance; on sait que la période éruptive qui vient de se terminer par l'éruption récente a eu pour principal résultat de combler progressivement le profond cratère, creusé par le paroxysme de 1872. Les fréquents épanchements de lave qui se sont produits sur les flancs du cône du Vésuve, depuis 1875, montrent que le magma fondu a été, pendant toute cette période, en contact intime avec les parois des canaux souterrains du cône; il leur a fourni, non seulement de la chaleur, mais encore des émanations, dont nous connaissons la nature et dont les produits ont dû les imbibier, s'exerçant à une température supérieure à 500°; on a vu, en effet, plus haut, que les chlorures alcalins secs donnent des vapeurs entre 850 et 900°. C'est à l'action de ces émanations qu'il y a lieu d'attribuer toutes les transformations qui nous occupent; celles-ci ont donc été produites particulièrement par les chlorures et les sulfates alcalins et surtout par ceux de sodium (celui de potassium restant sans action sur les silicates potassiques), qui imprègnent encore tous les échantillons étudiés; les expériences de Lemberg ont d'ailleurs montré l'influence de ces sels sur la leucite à la température du rouge. Il est frappant de constater la constante substitution de minéraux essentiellement sodiques ou calciques à la leucite, presque exclusivement potassique; les deux minéraux blancs néogènes les plus fréquents dans nos blocs métamorphiques sont, en effet, la sodalite, qui n'est autre chose qu'une néphéline additionnée de chlorure de sodium, et la *microsommitte*, sorte de néphéline solo-potassique, compliquée par la présence de chlorure et de sulfate de sodium et de calcium.

L'intérêt général que présentent ces transformations est donc de montrer avec une netteté parfaite l'influence qu'exercent, dans le métamorphisme de contact, les produits volatils ou transportables,

émànés par le magma, et la fixation de certains d'entre eux par la roche transformée. Ces conclusions sont celles que j'ai défendues à de nombreuses reprises, en prenant pour base les modifications de contact des roches de profondeur.

Les magmas leucitiques occupent parmi les magmas éruptifs une place tout à fait spéciale au point de vue de l'intensité du métamorphisme qu'ils sont susceptibles de déterminer à leur contact. J'ai montré depuis longtemps, par la considération de leurs enclaves¹, que, même lorsqu'ils sont très basiques, et c'est le cas de celui du Vésuve, ils sont, à ce point de vue, à comparer aux magmas trachytiques et granitiques plus qu'à tout autre; les observations récentes, dont je viens d'exposer les principaux résultats, renforcent cette manière de voir.

Enfin, l'instabilité de la leucite en présence de fumerolles, même superficielles, fait mieux comprendre les causes de la rareté de ce minéral dans les roches de profondeur et sa transformation constante (en orthose ou en orthose et néphéline), dans les quelques roches grenues (syénites à pseudo-leucite par exemple) où elle a pu cristalliser, grâce à des conditions spéciales, mais sans pouvoir se maintenir.

En terminant, j'insisterai encore sur ce que le rôle joué par le paroxysme récent dans les phénomènes que je viens de passer en revue n'a pas été efficient; il a seulement consisté dans la mise à notre portée des documents étudiés. Il est vraisemblable que tous les grands paroxysmes explosifs de ce volcan ont agi de même; il en existe des preuves pour quelques-uns d'entre eux : ceux² de 1822, 1839, 1850 et 1872, qui ont fourni, en plus ou moins grande abondance, des blocs identiques ou analogues à ceux de 1906.

V. — CONCLUSIONS.

Les divers phénomènes qui se sont succédé au cours de l'éruption de 1906 étant connus, il y a lieu de se demander quelle place cette éruption occupe parmi les manifestations antérieures du Vésuve.

¹ Les enclaves des roches volcaniques, Mâcon, 1903.

² Ces blocs ont été particulièrement abondants en 1872; les formes cristallines des minéraux qu'ils renferment sont bien connues, grâce aux travaux de A. Scacchi (*Rendic. R. Accad. Scienz. Napoli*, IV, 1872). D'après celui-ci, ces blocs n'ont pas été rejetés par des explosions verticales, comme ceux de 1906; ils ont été charriés par la lave, qui s'est épanchée par une ouverture située dans l'atrio del Cavallo et à la base du cône; ils étaient, par suite, souvent entourés d'une croûte de magma récent, mais avaient certainement la même origine que ceux étudiés dans cette note. Scacchi, qui ne s'est occupé que des cristaux formés dans les druses, les considérait comme formés par sublimation; on vient de voir qu'il ne s'agit pas là d'une véritable sublimation: ces minéraux se sont formés sur place.

¹ Il est de même à noter que, d'après MM. Sabatini et Viola, la leucite des leucitites du Latium présente fréquemment des épigènes en plagioclases de composition variée, qui, par suite, peuvent être également expliqués par l'action de fumerolles.

Cette recherche est facilitée par une intéressante Note, publiée l'an dernier par M. Mercalli, sur la succession des phénomènes éruptifs de ce volcan¹.

Les observations précises sur les éruptions du Vésuve datent du grand paroxysme de 1631, depuis lequel l'activité a été presque continue: les neuf éruptions, signalées au cours des quinze siècles qui ont suivi l'éruption plinienne, ne nous fournissent, en effet, à cet égard que des renseignements incertains.

Les éruptions du Vésuve peuvent être divisées en deux grands groupes: les unes ont été exclusivement explosives, alors que, dans les autres, les manifestations explosives ont été accompagnées d'épanchement de lave.

Les éruptions exclusivement explosives se produisent, d'ordinaire, après une période plus ou

sions stromboliennes comblent le cratère de l'éruption précédente, y édifient un petit cône terminal; le magma fondu monte très haut, se déverse entre ce petit cône et les bords anciens du cratère, souvent même s'épanche sur les pentes externes du grand cône; des fumerolles nouvelles apparaissent en haut de celui-ci, là où une fissure va bientôt se produire. Des explosions mettent ensuite en miettes le petit cône terminal; des secousses du sol ébranlent la montagne, puis les explosions stromboliennes diminuent ou cessent. Une fissure s'ouvre alors à grande altitude dans le cône, la lave s'en écoule pendant un jour ou deux seulement, puis une bouche nouvelle apparaît plus bas.

A partir de ce moment, l'éruption peut évoluer de deux façons différentes; dans le cas le plus fréquent, que l'on peut, avec M. Mercalli, appeler le

TABLEAU I. — Les périodes d'activité du Vésuve depuis 1712.

PÉRIODES D'ACTIVITÉ presque continue	PAROXYSMES		PÉRIODES DE REPOS
	Type 1872	Type 1760	
Novembre 1712-1737 1744-1760 1764-1767	1737 19-31 Mai 1767 15-21 Octobre 1779 3-15 Août	1760 23 Déc. à Mars 1761	7 ans environ 3 ans 2 — 3 — 1 —
Février 1770-1779 Août 1783-1794 1799-1822 1827-1838	1822 22 Octobre à Nov. 1839 1-4 Janvier 1850 5-15 Février 1853 1-27 Mai	1791 15 Juin à 3 Juillet	1 — 2 ans 7 mois 4 — environ 6 mois
Septembre 1841-1850 Décembre 1854-1875 Avril Décembre 1855-1861 Septembre Février 1864-1868 Octobre Décembre 1870-1872 Avril Décembre 1875-1906 Avril	1868 15-25 Novembre 1872 26-30 Avril 1906 Avril	1861 18-10 Décembre	2 ans environ 2 — 3 ans 7 mois ?

moins longue de repos; elles débutent par de petites explosions vulcaniennes, que suit bientôt un paroxysme strombolien, accompagné de violentes détonations; elles se terminent par des explosions vulcaniennes, plus ou moins violentes, lançant dans l'espace une grande quantité de cendres fines. L'éruption de 79, celle de 472, dont les cendres, dit-on, furent transportées jusqu'à Constantinople, celles de 1649 à 1660, de mai, septembre et décembre 1900, de mars-avril 1903, peuvent être citées comme exemple.

Les éruptions ayant fourni des laves doivent être divisées en deux groupes: le premier correspond au cas le plus fréquent, dans lequel les laves sortent des flancs du cône (éruptions latérales), dans les autres, le point de sortie est extérieur au cône (éruptions excentriques).

Les éruptions latérales débutent presque toujours de la même façon. Tout d'abord, des explo-

type 1895, l'épanchement est tranquille et se prolonge pendant plusieurs mois. A ses débuts, le cratère s'approfondit et il se produit des explosions vulcaniennes; mais, tant que la lave coule, des explosions stromboliennes ou mixtes (c'est-à-dire renfermant à la fois du magma fluide et de la lave entièrement consolidée) se succèdent: elles augmentent d'intensité dès que l'épanchement cesse ou se ralentit. Les éruptions commencées en octobre 1751, en avril 1766, en août 1834, en mai 1858, en décembre 1881 (à janvier 1882), en juin 1891, en juillet 1895 et en août 1903, peuvent être citées comme appartenant à ce type.

Dans le second (type 1872), l'épanchement de lave est violent et rapide: il ne dure qu'un jour ou que quelques jours; le maximum du dynamisme du cratère précède immédiatement l'épanchement de lave ou lui est contemporain; des phénomènes explosifs se produisent parfois aussi sur la fissure latérale. Sous l'influence du paroxysme explosif, le cratère s'élargit, le sommet du cône s'effondre, et, l'éruption une fois terminée, la montagne dimi-

¹ Atti del V Congresso geograf. ital. tenuto Napoli 6-11 aprile 1904. II. Sez. I. Scientifica, p. 271.

nuée d'altitude, reste creusée d'un cratère large et profond. Telles ont été les éruptions de 1631, 1737, 1767, 1779, 1822, 1839, 1850, 1855, 1868, 1872.

Les *éruptions excentriques* (type 1760), qui sont presque la règle à l'Etna, constituent une rare exception au Vésuve (1760, 1794, 1861). La lave s'épanche alors, non pas des flancs du dôme terminal, mais des pentes sud-est de la Somma, à une altitude variant entre 300 et 300 mètres (voir la Carte, p. 881). Le mécanisme de ces éruptions est moins régulier que celui des précédentes; les mouvements du sol précurseurs sont plus extérieurs, des soulèvements locaux sont parfois constatés (1861); il se produit des cônes adventifs; enfin, la durée du paroxysme est intermédiaire entre celle des types de 1895 et de 1872.

Les éruptions des types 1872 et 1760 clôturent toujours une période d'activité plus ou moins longue (explosive ou du type 1895); elles sont toujours suivies d'un repos à peu près complet du volcan, repos dont la durée moyenne est de trois à quatre ans¹ (Tableau I, p. 935).

Ce rapide exposé ne laisse aucun doute sur le caractère de l'éruption récente : elle réalise le type 1872 et termine la période d'activité presque continue depuis décembre 1875. Elle présente, en effet, les caractéristiques dominantes de ce type : épanchement rapide et court de lave partant du flanc du cône, violentes explosions vulcaniennes, décapitant le volcan et creusant une caldeira, cessation rapide et complète de l'activité; il va être d'un grand intérêt de voir quelle sera la durée du calme actuel.

Aucun phénomène nouveau n'a été constaté au cours de cette éruption; l'importance des coulées est comparable à celle de l'éruption de 1872; mais l'intensité des caractères explosifs a été supérieure et la place à côté des paroxysmes de 1779 et de 1822, avec les projections destructrices d'Ottajano-San Giuseppe en plus.

Les résultats de l'étude des avalanches sèches, du mécanisme de leur production, de leur action sur la topographie du cône, des brèches qu'elles ont produites, les données sur le métamorphisme dû aux magmas volcaniques fournies par les blocs à minéraux rejetés par les explosions vulcaniennes, constituent, à mon avis, les principales acquisitions dont la science sera redevable à l'éruption actuelle, ou tout au moins ce sont les questions qui m'ont paru les plus dignes d'être étudiées et sur lesquelles j'ai porté tout mon effort.

Il est, en outre, particulièrement suggestif de voir réunies dans une même éruption et réalisées successivement avec une égale intensité des caractéristiques opposées. Le Vésuve a fonctionné

d'abord sous la forme familière aux magmas basiques, puis sous celle regardée comme caractérisant les magmas acides, puisqu'il a fourni des projections (stromboliennes) de magma incandescent et des coulées de lave longues et rapides rappelant celles des basaltes, et enfin des projections (vulcaniennes) de matériaux entièrement solidifiés, accumulant des brèches identiques, comme structure, à celles des rhyolites, des trachytes et des andésites acides. Il a donc reproduit en quelques jours l'histoire séculaire de la Montagne Pelée, rappelée page 881, apportant ainsi un argument de plus en faveur de l'idée que j'ai exprimée au début de cet article, à savoir que la forme du dynamisme d'un volcan est essentiellement fonction de l'état physique du magma au moment de l'éruption : il m'est permis de la compléter en disant que l'éruption récente a montré avec quelle aisance la forme du dynamisme change, dès que cette condition essentielle se modifie.

En terminant, je ferai remarquer que l'éruption qui vient de finir nous permet d'interpréter d'une façon qui semble définitive le mécanisme de celle qui a anéanti Pompéi en l'an 79. L'étude de son évolution éclaire, en effet, le récit de Pline, alors que celle des matériaux récemment rejetés sur les flancs Nord-Est du volcan fait mieux comprendre comment ont été accumulés ceux qui recouvrent la vieille ville ensevelie.

La partie explosive du paroxysme récent est la reproduction de l'éruption plinienne. Celle-ci a débuté par des explosions vulcaniennes (le fameux pin décrit par Pline), débouchant une vieille ouverture du volcan ou en ouvrant de nouvelles; elles ont été suivies de violentes explosions projetant les ponces de Pompéi, mêlées à des débris du vieux sol. L'éruption a été clôturée par de grandes explosions vulcaniennes, qui ont déterminé la destruction d'une partie du sommet de la Somma et accumulé les couches de cendre fine recouvrant les ponces.

Le désastre d'Ottajano et de San Giuseppe est donc la répétition, en petit, de la destruction de Pompéi¹, avec cette réserve, toutefois, que la ponce blanche de 79 est très probablement constituée, non par des débris anciens, comme les scories de 1906, mais par du magma neuf.

A. Lacroix.

Membre de l'Institut.
Professeur de Minéralogie au Muséum
d'Histoire naturelle.

¹ J'ai discuté plus complètement la question de Pompéi dans un article récent: *Pompéi, Saint-Pierre, Ottajano*. *Rev. Scient.*, 1906.

LA THÉORIE DES MANCHONS A INCANDESCENCE

L'invention de M. Auer von Welsbach a précédé de beaucoup la possibilité de son explication rationnelle. La théorie en a été cherchée au travers des phénomènes les plus divers : actions catalytiques, phosphorescence, émissions anormales, etc., et c'est seulement à la suite des expériences de MM. H. Le Chatelier et O. Boudouard que l'on a possédé la base solide sur laquelle cette théorie pouvait être échafaudée.

J'ai exposé ici même ¹ l'explication proposée par M. Le Chatelier des phénomènes particuliers qui donnent au manchon son immense valeur industrielle, et j'ai pu, en m'appuyant sur tout un ensemble de recherches relatives aux lois du rayonnement, et sans m'écarter sensiblement de son idée directrice, la préciser sur quelques points. C'était tout ce qu'on pouvait faire à cette époque.

Depuis lors, la question a fait de nouveaux progrès, grâce surtout aux travaux d'un physicien à qui l'étude du rayonnement est redevable de contributions de premier ordre, M. H. Rubens. Pour suivre le cours de ses investigations, guidé par une connaissance approfondie des choses du rayonnement, et aidé par une technique consommée, M. Rubens a soumis à nouveau la question des manchons à un examen détaillé. Les résultats qu'il a mis au jour confirment pleinement les vues de M. Le Chatelier; mais, comme ils marquent un progrès considérable dans notre connaissance de ces délicates questions, ils permettent de formuler ces idées sous une forme beaucoup plus précise que par le passé. C'est ce qui m'engage à donner un complément à mes précédents articles.

I

Ceux qui ont eu le privilège d'entendre M. Rubens exposer ses nouveaux résultats dans une mémorable séance de la Société française de Physique ont gardé, à côté du souvenir d'admirables expériences et d'un exposé élégant et clair, celui d'une terminologie à laquelle les physiciens de langue française sont peu habitués, et qui, au premier instant, les a déroutés par un peu d'étrangeté. Les mots employés par M. Rubens étaient la transcription littérale d'expressions aujourd'hui courantes en Allemagne, et qui avaient été généralement jugées heureuses, parce qu'elles sont brèves et forment image. Mais la traduction en a montré clairement le défaut : elles sont trop imagées pour rester toujours précises.

Pour qui n'était pas prévenu, il était, par exemple, bien difficile de comprendre le sens exact d'une phrase telle que celle-ci : « Un manchon incandescent, placé dans une enveloppe argentée, devient plus lumineux; les mesures au spectrophotomètre permettent de constater qu'il prend une *température noire plus élevée*, et qu'en même temps il *noircit dans le bleu*. » C'est que le mot *noir*, qui qualifiait nettement à l'origine un certain objet : une surface absorbant toute radiation qui la frappe, a été tellement détourné de son sens primitif, qu'il a pris le contre-pied de l'acception ordinaire de ce mot.

Il est intéressant de rechercher par quelles étapes la terminologie des radiations a passé, dans la langue allemande, pour arriver à être si complètement incompréhensible pour les non initiés.

Les lois de Kirchhoff nous disent que, lorsqu'un corps noir devient un radiateur, il émet le maximum des radiations qu'un corps simplement incandescent puisse fournir à la même température. Ainsi, de deux surfaces égales, portées à la même température, la plus noire est celle qui fournit le plus de lumière. C'est, assurément, une contradiction avec l'acception habituelle des mots; mais les physiciens l'ont acceptée comme une convention, et comme la limite extrême des concessions que la langue vulgaire puisse faire à la langue technique.

Le malheur des concessions, c'est qu'elles s'entraînent. Le corps noir étant défini, le *rayonnement noir* (Schwarze Strahlung) s'ensuivait comme une nécessité. Par définition même, le rayonnement noir est celui qui émane du corps noir, quelle que soit sa température. Et, lorsqu'on admet que le Soleil se comporte comme un corps noir, on en conclut immédiatement qu'il nous envoie un rayonnement noir. Voilà bien la grande source de *lumière noire*. Mais comme, d'autre part, la lumière solaire est, par définition même, de la *lumière blanche*, « noir » et « blanc » ont exactement le même sens, ce qui est bien fait pour dérouter ceux qui ne possèdent pas la langue sacrée.

On dira encore qu'un corps est plus noir qu'un autre; c'est alors que son rayonnement est plus voisin de celui du corps noir. Et, comme il faut s'entendre sur les qualités des diverses couleurs, on sera conduit à dire que tel radiateur est plus noir dans le bleu, par exemple, que tel autre. Cela signifie simplement qu'il est plus lumineux. Il sera tout aussi exact de dire, dans le même vocabulaire, que la radiation jaune du sodium est la plus noire de tout son spectre d'émission.

¹ Voir la *Revue*, t. XII, p. 358; 1901.

Ce n'est pas encore tout; après avoir défini le rayonnement noir, ainsi nommé parce qu'il est le plus lumineux, on en est venu à parler d'une *température noire*, comme étant celle que devrait prendre le corps noir pour rayonner à l'égal de tel corps que l'on considère.

Je me garderai de dire que cette terminologie est incompréhensible; il suffit même de la connaître pour ne guère s'y tromper. Mais pourquoi, sous le prétexte d'être bref, écrire volontairement des contre-sens? Les langues ne sont point encore si pauvres que l'on ne puisse trouver des termes différents pour désigner des concepts opposés.

L'engrenage est fatal. L'expression « corps noir » admise, tout le reste suit. C'est donc ici qu'il faut rompre avec une image trop facile.

J'ai proposé, pour désigner le même objet, l'expression *radiateur intégral*; quelques physiciens l'ont acceptée; elle s'explique d'elle-même, et se décompose de manière à permettre la comparaison; un radiateur peut être plus ou moins intégral, et cela se comprend; toutefois, je préférerais, dans ce dernier cas, une périphrase disant qu'un corps est *plus ou moins voisin du radiateur intégral*.

La radiation ne sera plus *noire*, mais *intégrale*. Enfin, pour la température, il n'est nullement nécessaire de conserver le même qualificatif. On emploie depuis longtemps le terme de *température équivalente*, très explicite, et parfaitement correct.

Ce préambule est un peu long; il m'a paru nécessaire pour chercher à arrêter, sur une pente fâcheuse, une terminologie qu'il y a d'autant plus d'intérêt à conserver claire que les concepts auxquels elle se rapporte cachent encore quelques obscurités.

II

Les qualités rayonnantes d'un corps varient avec sa température. Le cas du quartz amorphe est classique. A la température d'un Bunsen, il est absolument transparent. A celle du chalumeau oxyhydrique, il est éclatant.

Dans l'étude du manchon Auer, on observe des effets analogues. Voici la brillante expérience par laquelle M. Rubens le démontre : L'image du cratère d'un arc est formée sur un point du manchon froid, puis reprise, et projetée, avec interposition d'une cuve bleue, sur un écran au platino-cyanure de baryum. Celui-ci émet la belle radiation d'un vert bleuâtre qui le caractérise. On allume le brûleur de manière à rendre le manchon incandescent. Aussitôt, l'écran perd de son éclat.

La raison de ce phénomène, à première vue paradoxal, réside dans le fait que le manchon est, à la température élevée à laquelle il émet lui-même de la lumière, beaucoup moins réfléchissant qu'à froid,

surtout dans la région bleue du spectre. Son pouvoir émissif dans le bleu a ainsi considérablement augmenté.

M. Rubens a soumis la question du pouvoir émissif du manchon, et de sa variation avec la température, à des vérifications diverses, qui ont porté sur les régions extrêmes du spectre visible. Voici une expérience très probante :

Un brûleur A (fig. 1) est placé au centre d'un quadrilatère constitué par quatre brûleurs, 1, 2, 3, 4. On l'observe à l'aide d'un spectrophotomètre dans les conditions suivantes : 1° Le manchon central est seul incandescent; 2° Les manchons latéraux sont incandescents, le manchon central est froid; 3° Les cinq manchons sont incandescents.

Désignons par B l'intensité du rayonnement perçu au photomètre dans la région bleue du

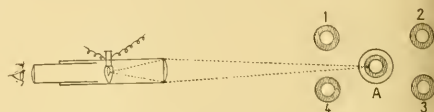


Fig. 1. — Dispositif de M. Rubens pour étudier la variation du pouvoir émissif du manchon. — A, 1, 2, 3, 4, brûleurs.

spectre ($\lambda = 0,460$), par R dans la région rouge ($\lambda = 0,630$). Les éclats mesurés sont, dans les trois cas, les suivants :

	ÉCLAT DU MANCHON	
	Bleu	Rouge
Expérience n° 1 : Emission seule . . .	B	R
— n° 2 : Réflexion diffuse . . .	0,27 B	0,23 R
— n° 3 : Emission et réflexion . . .	1,08 B	1,23 R

On voit que, dans le rouge, la lumière diffusée s'ajoute simplement à la lumière émise, en même quantité qu'à froid. Le pouvoir réfléchissant du manchon n'a donc pas été modifié par l'élévation de sa température.

Il n'en est pas de même dans le bleu, où la quantité de lumière réfléchie est tombée de 0,27 B à 0,08 B. Si l'on supposait le pouvoir réfléchissant égal à l'unité à froid, on serait conduit à admettre, pour la valeur du pouvoir émissif à chaud, $0,27 - 0,08$ c'est-à-dire 0,7 environ. Cette valeur est donc un minimum.

Une autre expérience a consisté à observer le rayonnement du manchon placé au centre d'une cloche argentée. Le rayonnement dans le bleu était augmenté de 19 %, alors que, dans le rouge, il était plus que doublé. Or, il est certain que l'ensemble du rayonnement renvoyé sur le manchon élevait sa température, et il eût suffi d'un écart de 19 degrés pour expliquer l'augmentation de l'émission bleue sans modification de son pouvoir émissif. Cet écart peut être largement concédé, et on en con-

clut que le fait, pour le manchon, d'être placé dans une enceinte réfléchissante, ne rapproche que très peu son rayonnement bleu de celui du radiateur intégral. Le rouge, au contraire, en est fort éloigné.

La détermination de la *température équivalente* est indépendante de celle du pouvoir émissif. On mesure l'émission totale dans une région donnée du spectre, et l'on étalonne le photomètre sur un radiateur intégral. La température équivalente est, d'après sa définition, celle du radiateur intégral de même émission totale.

M. Rubens a trouvé, dans le bleu, pour un manchon sous verre, une température équivalente

étalé jusqu'à 8° par un prisme de fluorine, et jusqu'à 18° par un prisme de sylvine. La relation connue entre l'indice de réfraction de ces corps et la longueur d'onde permet de ramener les résultats au spectre normal en longueur d'onde.

Les nombres trouvés par l'expérience faite sur le manchon incandescent sont d'une interprétation délicate. En effet, au rayonnement du manchon s'ajoute celui du brûleur, sensiblement nul dans le spectre visible, mais intense en certaines régions du spectre infra-rouge, et notamment au niveau des bandes de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique. Il faut donc retrancher la seconde émission

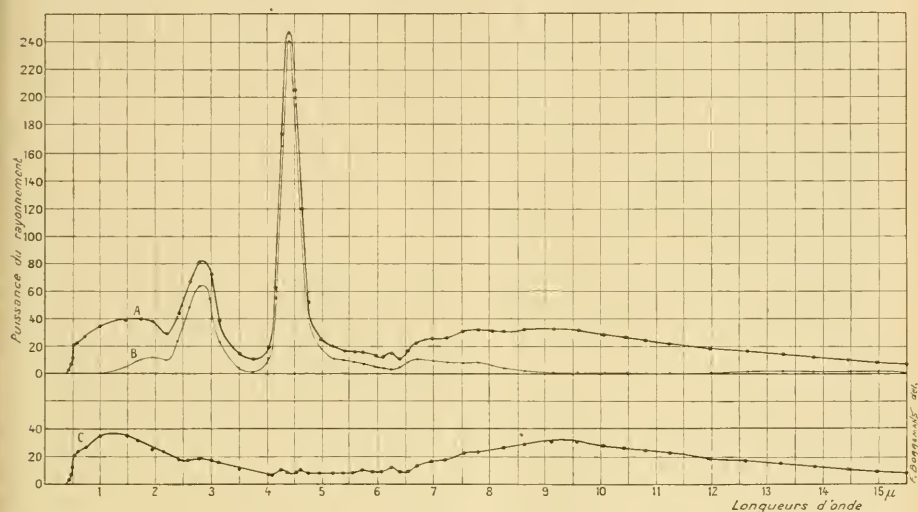


Fig. 2. — Courbes du rayonnement du manchon incandescent. — A, rayonnement total; B, rayonnement du brûleur; C, rayonnement du manchon.

comprise entre 1.560° et 1.590° . Dans le rouge, la température équivalente est inférieure de 200 degrés environ à ces nombres.

Ce qui a été dit du pouvoir rayonnant du manchon dans le bleu conduit à admettre la presque égalité de la température vraie et de la température équivalente pour ce rayonnement. On peut donc adopter comme température vraie du manchon, isolé de l'enceinte argentée, un nombre voisin de 1.560° .

III

Mais c'est seulement l'étude détaillée du rayonnement, à l'aide d'un instrument absorbant toute l'énergie, qui peut renseigner complètement sur sa nature. Pour les mesures relatives au manchon, M. Rubens s'est servi de la pile thermo-électrique linéaire, dans l'exploration du spectre d'émission

de la première, si l'on veut connaître les propriétés du manchon isolé.

Le résultat de cet ensemble d'expériences est représenté dans les trois courbes A, B, C de la figure 2.

La comparaison des deux premières courbes montre que, jusqu'à 2μ , le rayonnement du brûleur n'intervient que très peu dans l'émission totale. Vers 3μ , il est déjà prépondérant, et entre 4μ et 5μ il existe presque seul. Enfin, à partir de 10μ , ce rayonnement disparaît, et celui du manchon redevient important. Dans toute la région moyenne, le mélange Auer est très transparent; il laisse passer, en effet, la presque totalité du rayonnement du brûleur.

La connaissance de la température vraie du manchon, qui est, ainsi que nous l'avons vu, sensiblement égale à sa température équivalente dans le

bleu, permet de comparer directement son émission à celle du radiateur intégral de même température. C'est cette dernière que représente la

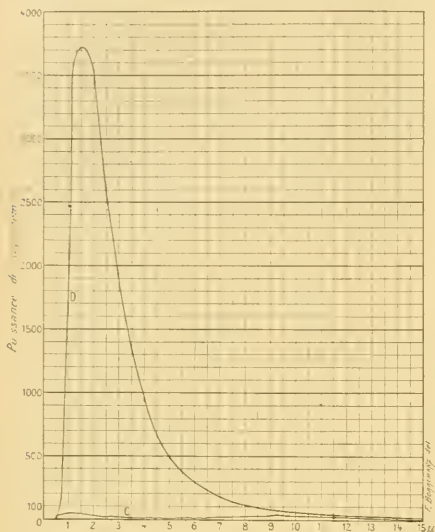


Fig. 3. — Courbes d'émission du manchon Auer C) et du radiateur intégral de même température D).

courbe D (fig. 3); et c'est de la comparaison des courbes C et D que résulte l'explication des qualités techniques très remarquables du mélange Auer : émission presque intégrale dans le bleu et le vert, encore considérable dans le rouge, presque nulle dès que l'on sort du spectre visible. Ainsi, le manchon se refroidit très peu par le rayonnement; il prend aussi bien que possible la température du

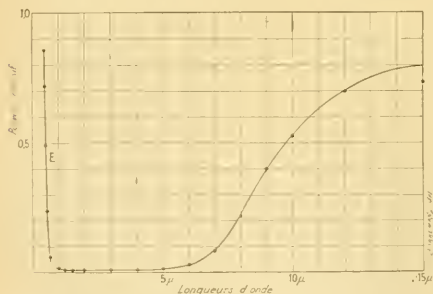


Fig. 4. — Pouvoir émissif du manchon Auer.

brûleur, et la rayonne sous forme d'émission en grande partie lumineuse. C'est bien la théorie qu'avait exposée M. Le Chatelier, mais elle est appuyée maintenant sur des données complètes.

Le pouvoir émissif du manchon se déduit immédiatement de la comparaison des courbes C et D. Il est représenté par la courbe E (fig. 4). De 0,7 environ jusqu'à un delà de 5μ, cette courbe se traîne sur l'axe des abscisses dans la région qui contient le maximum et la presque totalité du rayonnement, pour un radiateur intégral ayant la température normale du manchon.

Le pouvoir émissif élevé aux grandes longueurs d'onde est inutile pour l'usage ordinaire du bec Auer. Mais aussi, il est peu nuisible, puisque l'émission, dans cette région du spectre, n'est, pour le radiateur intégral, qu'une très petite fraction du rayonnement total. En revanche, cette particularité s'est montrée fort utile dans des recherches de science pure. C'est grâce à elle, en effet, que M. Rubens a pu, dans ses classiques investigations sur les grandes longueurs d'onde, employer le manchon comme source, et purifier son rayonnement par une série de réflexions sur des miroirs sélectifs¹.

IV

Il était intéressant, pour des raisons diverses, d'étudier la façon dont se comportent des mélanges différents de la combinaison adoptée par M. Auer. Un manchon flambé, puis trempé dans l'encere, enfin chauffé dans le brûleur, servit à déterminer les conditions du rayonnement de l'oxyde de fer. Le radiateur ainsi constitué arrivait seulement au rouge clair, à cause de son rayonnement considérable dans la région moyenne du spectre, et du refroidissement qui en résultait. Sa température n'atteignait pas 1.100°, et son rayonnement, inappréciable pour $\lambda = 0,53$, était, pour $\lambda = 0,59$, inférieur au trentième de celui du bec Auer.

M. Le Chatelier a défini le rôle de l'oxyde de cérium, associé en petite quantité à l'oxyde de thorium, en disant que la solution solide réciproque de ces deux substances constitue un corps coloré particulier, à grand pouvoir émissif aux faibles longueurs d'onde. En effet, ni l'oxyde de thorium, ni l'oxyde de cérium ne donnent de bons résultats. Il faut, pour un brûleur économique, un mélange intime de ces deux oxydes, à raison de 1° environ du deuxième.

L'origine de cette propriété du mélange d'oxydes réside dans les pouvoirs émissifs respectifs de chacun d'eux. L'étude du spectre d'émission de l'oxyde de thorium a révélé un pouvoir émissif très faible dans la plus grande partie du spectre. Seules, les très grandes longueurs d'onde sont favorisées. Le thorium peut ainsi, lorsqu'il est isolé, prendre, dans la flamme, une température

¹ Voir la *Revue* du 15 janvier 1900.

élevée; mais, comme le pouvoir émissif dans le spectre visible est très faible, son emploi pratique dans l'éclairage ne peut pas en bénéficier.

Il en est tout autrement du rayonnement de l'oxyde de cérium. Le pouvoir émissif de ce dernier n'est très faible en aucun point du spectre; de 12,5 à 64, il se tient au voisinage de 0,2; mais, aux deux extrémités du spectre étudié, il se relève considérablement; il est égal à 0,93 pour $\lambda = 0,59$ et à l'unité pour $\lambda = 15\mu$; pour cette longueur d'onde, il est un radiateur intégral.

Ainsi, le cérium rayonne beaucoup d'énergie dans le spectre visible. Mais, comme il émet, en plus, beaucoup de radiations de toutes natures, sa température s'élève peu lorsqu'il est seul, et son pouvoir éclairant reste faible.

Le simple mélange des oxydes ne vaudrait guère mieux que l'un ou l'autre d'entre eux; le manchon posséderait des qualités moyennes. Avec 1 % de cérium, par exemple, il prendrait sensiblement la température du manchon de thorium seul, et le cérium rayonnerait à cette température, proportionnellement à sa surface.

Mais il en est tout autrement dans leur solution solide réciproque. Le pouvoir émissif dans la partie moyenne du spectre reste sensiblement celui du thorium, de telle sorte que le manchon prend une température élevée; et, d'autre part, dans le domaine des faibles longueurs d'onde, le mélange tout entier acquiert le pouvoir émissif du cérium. Ce sont bien, en somme, les propriétés de chacun des oxydes que l'on retrouve dans le mélange; elles

se sont seulement étendues et transportées sur l'ensemble, de manière que toute la masse les possède, pour le plus grand bénéfice de l'usage pratique du mélange.

L'idée de M. Le Chatelier reste intacte; mais les expériences de M. Rubens ont permis de lui donner une plus grande précision. Le thorium est surtout un support, relativement passif s'il est isolé; le cérium vient à point pour lui donner dans le spectre visible des propriétés nouvelles, à la manière d'un sensibilisateur dans une préparation photographique.

Depuis la sensationnelle invention de M. Auer von Welsbach, le manchon n'a que peu progressé dans le sens de son pouvoir éclairant. Mais il n'a peut-être pas dit son dernier mot; ainsi que l'indique M. Rubens, il reste encore une marge assez large pour s'approcher, dans le spectre visible, du radiateur intégral. Si l'on pouvait élever jusqu'au voisinage de l'unité le pouvoir émissif du mélange dans cette région du spectre sans le modifier ailleurs, on triplerait le rendement du manchon. Ce serait l'origine d'un nouveau et très grand progrès dans l'éclairage. Mais la combinaison qui donnerait ce résultat n'existe pas nécessairement dans la Nature; celle qu'a utilisée M. Auer von Welsbach est déjà des plus remarquables, et c'est peut-être trop demander que de vouloir beaucoup mieux.

Ch.-Ed. Guillaume,

Directeur-adjoint du Bureau international
des Poids et Mesures.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE ORGANIQUE

Les deux années qui viennent de s'écouler n'ont pas apporté à la Chimie organique de ces progrès éclatants qui mettent tout à coup à la disposition des chimistes une foule de substances jusqu'alors inabordables, comme l'ont fait les méthodes catalytiques au nickel de MM. Sabatier et Senderens, ou les méthodes au magnésium de M. Grignard. La production scientifique a néanmoins été très active et a mis au jour un grand nombre de travaux intéressants. Pour décrire rapidement ceux qui nous ont le plus frappé, nous suivrons l'ordre suivant : Nous nous occuperons d'abord des méthodes nouvelles permettant d'obtenir des produits se rattachant aux séries déjà connues; nous décrirons ensuite les fonctions nouvelles et les composés présentant ces particularités nouvelles; nous terminerons par un certain nombre de monographies et de recherches synthétiques.

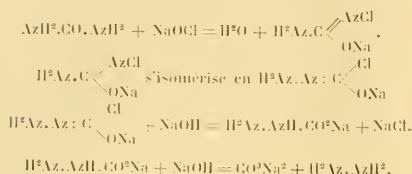
1. — MÉTHODES NOUVELLES.

§ 1. — Préparation de l'hydrazine au moyen de l'urée.

Une des réactions qui semblent le mieux connues est celle de l'hypobromite de sodium alcalin sur l'urée, qui sert au dosage de cette dernière. M. Chestakof a montré que la formation caractéristique d'azote est due à l'action de l'hypochlorite sur de l'hydrazine qui prend préalablement naissance.

En remplaçant l'hypobromite par de l'hypochlorite de sodium, refroidissant à 0° et opérant en présence de benzaldéhyde, qui fixe l'hydrazine au fur et à mesure qu'elle prend naissance, il a pu obtenir de la benzaldazine, aisément décomposable en sulfate d'hydrazine. Un litre d'urine humaine fournit de 30 à 40 grammes de ce sel, ce qui correspond à un rendement de 60 % de la théorie.

L'urée, amide de l'acide carbamique, se transforme en hydrazine de la même manière que les autres des autres acides se transforment en amines¹:



§ 2. — Synthèses d'acides bibasiques de la série grasse.

En hydrogénant au moyen du sodium et de l'alcool absolu les éthers neutres des acides bibasiques, on obtient non seulement des glycols, mais aussi des lactones.

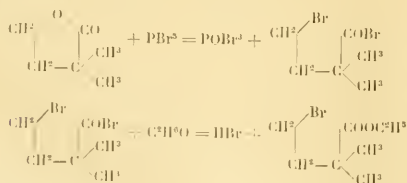
M. Blanc s'est adressé à des acides bibasiques dissymétriques dont les deux carboxyles jouissent d'acidités différentes, en particulier aux acides $\alpha\alpha$ -diméthylsuccinique et $\alpha\alpha$ -diméthylglutarique. Il a trouvé que, pour la préparation des lactones, il y a avantage à remplacer les éthers-sels par les anhydrides. Cette hydrogénation des anhydrides peut donner *a priori* deux lactones différentes :



suivant que c'est le carboxyle fort, comme dans le premier cas, ou le carboxyle faible qui est réduit. M. Blaise a constaté que la réaction se fait presque exclusivement au profit du corps représenté par la formule I.

Ces diverses lactones ont ensuite permis à l'auteur de réaliser un grand nombre de synthèses d'acides bibasiques se rattachant à la série du camphre ou aux séries voisines.

Il les obtient en chauffant les lactones avec du cyanure de potassium en tube scellé à 280-300° ou en transformant au préalable ces lactones en éthers d'acides bromés par l'action consecutive du pentabromure de phosphore et de l'alcool :



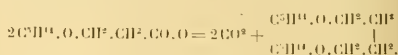
¹ Il est intéressant, à propos de cette réaction, de mettre en évidence la grande parenté qui existe entre la réaction

Ces éthers d'acides bromés réagissent ensuite à leur tour sur les malonates et alcoylmalonates sodés en donnant des éthers d'acides tribasiques aisément transformables en acides bibasiques.

§ 3. — Synthèse des glycols biprimaires normaux et de leurs dérivés.

La méthode d'hydrogénation des éthers-sels des acides bibasiques ne se prête qu'avec peine à l'obtention des glycols correspondant aux acides succinique, glutarique et adipique. M. Hamonet a pu, grâce à des méthodes très ingénieuses, combler cette lacune.

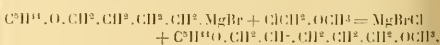
Le 3-chloropropionate d'amyle, traité par l'amylate de sodium, donne le 3-amyoxypropionate d'amyle. Le sel de sodium provenant de la saponification de cet éther, soumis à l'électrolyse en présence d'une cathode de mercure, est décomposé en sodium, qui se dissout dans le mercure, et en un anion qui subit la transformation classique :



L'éther-oxyde diamylique du butanediol-1:4 est ensuite transformé par l'acide iodhydrique en diiodhydrine, qui, par la méthode de Würtz, fournit le glycol correspondant.

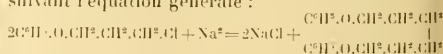
Si, au lieu d'acide iodhydrique, on emploie une solution acétique d'acide bromhydrique, on peut préparer l'éther mixte : $\text{C}^3\text{H}^7\text{O}.\text{CH}^2.\text{CH}^2.\text{CH}^2.\text{CH}^2\text{Br}$.

Ce dernier composé est susceptible de se combiner avec le magnésium suivant la méthode de Grignard, puis le dérivé organo-magnésien correspondant, réagissant sur l'oxyde de méthyle monochloré $\text{CH}^3\text{Cl}.\text{O}.\text{CH}^3$, fournit l'éther-oxyde homologue supérieur :

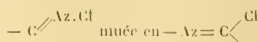


dont la méthode de saponification déjà décrite permet d'extraire le pentane-diol-1:5.

Enfin, en faisant réagir le phénate de sodium sur le chlorure de triméthylène, on peut se procurer le phénoxypropane γ -chloré $\text{C}^6\text{H}^5\text{O}.\text{CH}^2.\text{CH}^2.\text{CH}^2\text{Cl}$, aisément transformable dans le dérivé iodé correspondant. Ce produit, dissous dans l'éther anhydre et traité par le sodium en fil, se condense en partie suivant l'équation générale :



d'Hofmann et l'isomérisation de Beckmann. On produit la même transposition moléculaire :

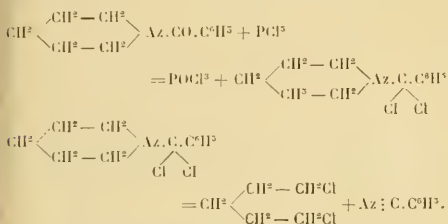


en opérant, dans le premier cas, en liqueur alcaline; dans le second, en liqueur très fortement acide.

Cet éther diphenylique de l'hexane-diol-1 : 6 est ensuite converti en diiodhydrine, diacétate et enfin en glycol.

L'obtention des glycols et de leurs éthers halogénés a une très grande importance, car elle permet de se procurer les nitriles des acides bibasiques, dont on peut tirer à volonté, par hydratation, ces acides eux-mêmes, par hydrogénation, les diamines.

Les résultats de M. Hamonet ont été très heureusement confirmés par M. von Braun, qui a obtenu les éthers chlorhydriques des mêmes glycols par une voie absolument différente. Il a trouvé que la benzoylpipéridine, traitée par le pentachlorure de phosphore, se dédouble en benzonitrile et dichloropentane-1 : 5.



L'intérêt particulier de cette méthode est qu'elle pourra sans doute être étendue aux homologues de la pipéridine.

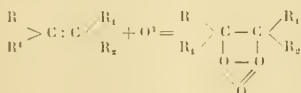
§ 4. — Préparation d'éthers-oxydes de phénols.

Tandis que l'éthylate de sodium et le bromure d'éthyle chauffés ensemble donnent aisément du bromure de sodium et de l'oxyde d'éthyle, le phénate de sodium est sans action sur le bromure de phényle. M. Ullmann a trouvé que la réaction donne régulièrement de l'oxyde de phényle si l'on a soin d'ajouter aux deux produits chauffés ensemble une petite quantité de cuivre réduit pulvérulent. Le rôle du cuivre dans cette curieuse réaction n'a pas été déterminé; il est vraisemblable qu'il se fait un sel cuivreux, qui se comporte comme dans les si curieuses réactions de Sandmeyer.

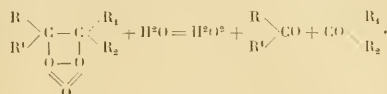
II. — FONCTIONS NOUVELLES.

§ 1. — Ozonides.

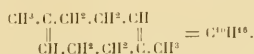
En faisant passer de l'oxygène fortement chargé d'ozone dans des composés non saturés fortement refroidis, M. Harries a obtenu la fixation de la molécule d'ozone sur la double liaison :



Le nouveau produit, qu'il nomme *ozonide*, est, à l'état pur, indistillable et fortement explosible. Si on le prépare en présence d'eau, il se décompose régulièrement au fur et à mesure de sa formation, en donnant de l'eau oxygénée et coupant la molécule à l'endroit de la double liaison :

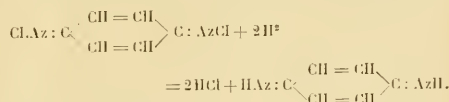


Les corps non saturés fixent autant de molécules d'ozone qu'ils contiennent de doubles liaisons. M. Harries a employé cette nouvelle méthode à l'étude de la constitution du caoutchouc; il a obtenu ainsi de l'eau oxygénée et de l'aldéhyde lévulique; il en conclut que le caoutchouc a sans doute pour formule :

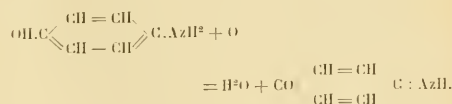


§ 2. — Orthoquinones.

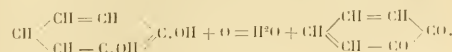
En hydrogénant la quinone-dichlorimine, M. Willstaetter a pu préparer la quinone-diimine :



Mais il a pu obtenir plus aisément cette curieuse base en oxydant la paraphénylènediamine dissoute dans l'éther anhydre au moyen de l'oxyde d'argent. Le *p*-amido-phénol, traité de la même manière, a également fourni la quinone-monoimine :

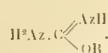


L'auteur a eu alors l'idée de soumettre au même réactif la pyrocatéchine et il a pu obtenir l'*o*-quinone, qui jusqu'ici avait été cherchée sans succès :



§ 3. — Iso-urées.

M. Stieglitz et Noble donnent le nom d'iso-urées aux éthers imidés de l'acide carbamique :

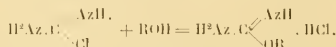


Ce mode de désignation n'est pas fondé, car on

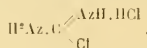
n'appelle pas isoamides les éthers imidés de l'acide formique :



La méthode qui leur permet d'obtenir ces nouveaux corps n'en est pas moins intéressante; elle consiste à faire réagir sur les divers alcools à 60-70° le mono-chlorhydrate de cyanamide :

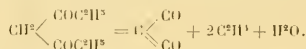


Ils remplacent d'ailleurs le mono-chlorhydrate de cyanamide, difficile à préparer, par un mélange équimoléculaire de cyanamide et de son dichlorhydrate :



§ 3. — Sous-oxyde de carbone.

MM. Diels et Wolf ont obtenu cette extrêmement curieuse combinaison en traitant les vapeurs de malonate d'éthyle par de l'anhydride phosphorique chauffé à 300°. La décomposition se fait en éthylène, eau et sous-oxyde de carbone suivant l'équation :

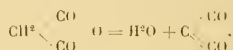


Le nouveau corps est un gaz aisément liquéfiable en un liquide bouillant à 7°, émettant des vapeurs extrêmement piquantes et irritantes pour les divers organes; son odeur rappelle à la fois celle de l'acroléine et celle de l'essence de moutarde.

Abandonné à lui-même à basse température, il se transforme dans l'espace de quelques jours en une substance amorphe d'un rouge brun, présentant à peu de chose près la même composition que lui. A 37°, il se dédouble en oxyde de carbone et produits colorés moins riches en oxygène, partiellement solubles dans l'eau, ressemblant aux produits obtenus par MM. Brodie et Berthelot dans l'action de l'effluve sur l'oxyde de carbone.

La préparation du nouveau corps est assez délicate. La décomposition du malonate doit être faite dans le vide; elle exige, pour être complète, un poids 30 fois supérieur d'anhydride phosphorique, qui doit être réparti dans un grand espace (on y arrive en le mélangeant à du coton de verre). Le malonate qui n'a pas été décomposé et l'eau qui s'est formée sont retenus dans un tube placé dans un mélange réfrigérant, à la suite duquel se trouve un tube placé dans l'air liquide où se liquéfient l'éthylène et le suboxyde de carbone. On les sépare ensuite par la distillation.

Le suboxyde de carbone est un produit de déshydratation de l'anhydride malonique :



car, au contact de l'eau, il se transforme presque immédiatement en acide malonique.

Il fixe de même, dans l'air liquide, deux molécules d'acide chlorhydrique en donnant le chlorure de malonyle :



L'ammoniac gazeux et l'aniline, en solution dans l'éther anhydre, fournissent aussitôt la malonamide et la malonanilide.

III. — MONOGRAPHIES. SYNTHÈSES DE PRODUITS NATURELS.

§ 1. — Cyanure d'allyle.

Le cyanure d'allyle, qu'on obtient facilement dans l'action du cyanure de potassium sur le bromure d'allyle, doit normalement avoir pour constitution $\text{CH}^2\text{:CH.CH}^2\text{CAz}$.

On s'accorde cependant généralement à le considérer comme étant le nitrile de l'acide crotonique $\text{CH}^2\text{:CH.CHCAz}$, parce que sa saponification fournit de l'acide crotonique, que son oxydation donne de l'acide oxalique et de l'acide acétique, et aussi parce qu'en déshydratant le nitrile $\text{CH}^2\text{:CH(OH).CH}^2\text{CAz}$ et l'oxime $\text{CH}^2\text{:CH.CHCH:AzOH}$, on a obtenu des produits ayant la composition et le point d'ébullition du cyanure d'allyle.

M. Lespieau, à la suite de longues et patientes recherches, a montré qu'on devait restituer au cyanure d'allyle sa constitution normale et le considérer comme le nitrile de l'acide vinylacétique.

En le traitant par le brome, à très basse température, à l'abri de la lumière et de l'humidité, il l'a transformé en un bromure qui a certainement pour constitution $\text{CH}^2\text{Br.CHBr.CH}^2\text{CAz}$, car il donne le même amide et le même acide, cristallisés tous les deux, qu'un nitrile synthétique, de constitution non douteuse, que M. Lespieau a obtenu en traitant par le bromure de phosphore le produit $\text{CH}^2\text{Br.CH(OH).CH}^2\text{CAz}$ de l'action de l'acide cyanhydrique sur l'épibromhydrine.

L'hydrogénation, par l'alcool et la poudre de zinc, de l'acide $\text{CH}^2\text{Br.CHBr.CH}^2\text{CO}^2\text{H}$, fournit un acide qui a pu être identifié avec l'acide vinylacétique, dont la constitution se trouve ainsi établie et la synthèse réalisée.

En traitant par l'acide cyanhydrique l'épichlorhydrine, M. Lespieau a obtenu le nitrile, l'acide,

puis l'éther β -oxy- γ -chlorobutyrique $\text{CH}^3\text{Cl.CH(OH).CH}^3\text{.COOC}^2\text{H}^5$, dont l'oxydation ménagée permet d'obtenir, par voie synthétique et à l'état de pureté parfaite, l'éther γ -chloroacétylacétique $\text{CH}^3\text{Cl.CO.CH}^3\text{.CO}^2\text{C}^2\text{H}^5$ qui a servi à MM. Haller et Held pour leur synthèse de l'acide citrique.

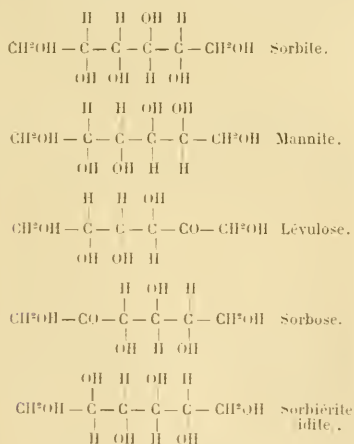
§ 2. — Travaux sur les sucres.

La théorie de la constitution des sucres a été donnée par E. Fischer, qui, aidé de ses élèves, a réalisé la synthèse de la plupart d'entre eux. Il reste cependant un certain nombre de sucres prévus par la théorie et qui n'ont pas encore été obtenus. L'un d'entre eux vient d'être découvert par M. G. Bertrand, qui a été assez heureux pour en faire la synthèse et démontrer ainsi sa constitution.

Ce sucre, qu'il a appelé *sorbiérite*, a été extrait du jus de sorbier, où il accompagne la sorbite, il a profité pour les séparer de ce que la bactérie du sorbose ne l'altère pas, tandis qu'elle transforme la sorbite en sorbose.

La synthèse a été réalisée par la simple hydrogénation du sorbose en liqueur acide; cette réaction donne, en effet, naissance à un mélange de sorbite et de sorbiérite, qu'on sépare aussi à l'aide de la bactérie du sorbose.

Cette expérience montre que la sorbite et la sorbiérite ont avec le sorbose le même rapport que la sorbite et la mannite avec le lévulose. Elle ne laisse donc aucun doute sur la constitution du sorbose et de la sorbiérite, qui se trouve ainsi devoir être identique à l'idite de Fischer, qui n'avait été obtenue par le savant allemand que sous forme de sirop :



MM. Muther et Tollens, en traitant certaines algues marines par l'acide sulfurique étendu, ont pu en extraire un sucre de constitution analogue à celle du

rhamnose, mais de structure stéréochimique encore indéterminée, auquel ils ont donné le nom de *fuco*se. A peu près à la même époque, M. Votocek a extrait, des mélasses de betterave un autre sucre, le *rhodé*ose, qui s'est trouvé l'inverse optique du fucose.

M. Kiliani, dont les travaux sur la saccharine de Pélégot ont été antérieurs à ceux de M. Fischer, dont il a été véritablement le précurseur, a continué ses recherches sur les saccharines qui prennent naissance dans l'action de la chaux sur le sucre de lait. Il a pu en extraire trois, la para-saccharine, la méta- et l'iso-saccharine et a déterminé la constitution de chacune d'elles et des substances sucrées qui dérivent de chacune d'elles par dégradation du carboxyle.

§ 3. — Amidon.

On sait que l'amidon contenu dans les différentes cellules végétales se dissout dans l'eau bouillante en donnant une dissolution mucilagineuse particulière qui a reçu le nom d'empois. Cet empois, traité par l'extrait de malt, est hydrolysé en maltose, dont il fournit une proportion, variable avec l'origine de l'amidon mis en œuvre, qui peut s'élever jusqu'à 80 % du poids de ce dernier. L'hydrolyse de l'amidon au moyen des acides minéraux étendus et bouillants le transforme directement en glucose, le maltose étant lui-même hydrolysé en glucose dans ces conditions. L'empois d'amidon, abandonné à lui-même à la température ordinaire, se solidifie partiellement, phénomène que l'on a désigné sous le nom de rétrogradation.

MM. Maquenne et Roux ont étudié de très près ce phénomène, et le résultat de leurs recherches a totalement modifié les idées courantes sur la constitution des divers amidons.

Le produit solide, isolé de la solution d'empois, se redissout partiellement dans l'eau, mais bien plus difficilement que l'amidon primitif. Sa solution est bien facilitée quand on chauffe sous pression à des températures variant entre 100 et 150°. Les solutions obtenues diffèrent des solutions d'amidon en ce qu'elles sont aisément filtrables, n'ont aucune des propriétés d'un empois et subissent bien plus rapidement que les empois le phénomène de la rétrogradation. Les solutions refroidies brusquement laissent déposer immédiatement l'amidon rétrogradé, sous forme de petits grains ressemblant étonnamment aux grains d'amidon naturel.

MM. Maquenne et Roux ont démontré que cet amidon rétrogradé constitue, en réalité, la matière amylacée à l'état de pureté. Purifiée par des dissolutions et dépôts successifs, elle se transforme en un produit qui, par le malt, fournit 102 % de son poids de maltose, le rendement théorique étant 105,53; ils ont nommé ce produit amylose.

L'amylose n'est pas un produit homogène; elle est

formée de mélanges en proportions indéterminées de substances très voisines, toutes polymères d'un même corps, pouvant toutes se depolymériser en se dissolvant dans l'eau. Cette dissolution dans l'eau est d'autant plus difficile que leur molécule est plus complexe. La coloration bleue donnée par l'iode appartient à l'amylose dissoute.

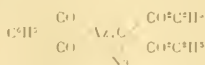
L'amidon naturel est formé pour près de 80 % de son poids du mélange des diverses amyloses; le reste est un produit mucilagineux, l'amylopectine ou amylo mucine, qui ne se colore pas par l'iode, même à l'état liquide, et se dissout dans l'extrait de malt sans donner de maltose. C'est sa présence dans l'amidon qui est cause de l'apparence gélatineuse de l'empois. Sa présence facilite aussi beaucoup la dissolution de l'amylose et retarde sa précipitation, c'est-à-dire la rétrogradation. Tout se passe comme si, dans les grains d'amidon, amylose et amylopectine se trouvaient à l'état de solution solide.

MM. Maquenne et Roux, en ajoutant de petites quantités d'acides minéraux à l'extrait de malt, ont trouvé que son activité était beaucoup augmentée; il agit plus vite et donne avec un amidon déterminé des quantités de maltose plus grandes. Ceci rend vraisemblable, ou que la quantité d'amylo mucine est encore inférieure à ce que pensaient les auteurs, ou que l'amylo mucine peut, en présence de diastase activée, se dédoubler en donnant de l'amylose.

§ 4. — Matières albuminoïdes.

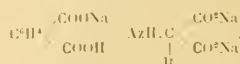
On sait que les albuminoïdes, hydratés par les acides minéraux étendus, donnent naissance à des acides α -aminés, à des acides diaminés, à des acides oxyaminés et à des acides γ à la fois aminés et sulfurés (cystine). Il reste, en outre, une quantité importante, voisine de 30 %, de produits non encore déterminés, dans lesquels on soupçonne depuis longtemps la présence d'hydrates de carbone. Dans un tout récent travail, M. Langstein a mis en évidence la formation de quantités importantes de glucose 10 à 15 % à partir de l'ovalbumine et de la sérum-albumine.

La synthèse de chacun des produits de dédoublement de l'albumine a été méthodiquement entreprise par M. Fischer et ses élèves; l'œuvre est déjà très avancée. Une intéressante méthode découverte par M. Sorensen y rendra certainement de très grands services. Elle consiste à traiter l'éther phthalimidomalonique sodé :

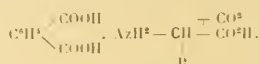


par les combinaisons halogénées RX. L'éther sub-

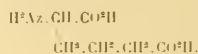
stitué ainsi obtenu, saponifié par la soude, fournit le sel d'un acide tribasique complexe :



que l'ébullition avec les acides minéraux dilués décompose en acide phthalique, acide carbonique et acide α -amidé :



L'intérêt de cette méthode est qu'elle est applicable aux dérivés halogénés à fonction complexe. C'est ainsi que le γ -chlorobutyronitrile donne naissance à l'acide α -amino adipique :

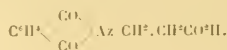


que les combinaisons dihalogénées, comme le bromure de triméthylène, fournissent à volonté des acides diaminés comme l'ornithine ou des acides oxyaminés.

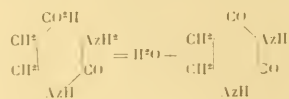
La synthèse d'un acide aminé et sulfuré, l'isocystine, a été réalisée récemment par M. Gabriel. Il a obtenu avec la phthalimide potassée et le bromure de triméthylène la γ -bromopropylphthalimide :



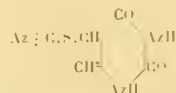
puis le dérivé alcoolique correspondant, qui, oxydé, se transforme en phthalyl- β -alanine :



La β -alanine, qui en dérive, au contact du cyanate de potassium fournit l'urée correspondante et son produit de déshydratation, le déhydro-uracile :

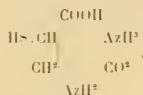


L'action du brome transforme ce dernier en un dérivé α -bromé, qui, au contact du sulfocyanure de potassium, devient de l'hydro-uracile α -sulfo cyané :

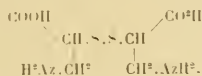


que le chauffage avec l'acide chlorhydrique en vase

clos dédouble en anhydride carbonique, ammoniac et isocystéine :



Enfin, cette dernière au contact de l'iode donne le disulfure correspondant, qui est l'isocystéine :



Quant à la reconstruction de la molécule albuminoïde à l'aide de ses nombreux morceaux, cette tâche est encore peu avancée. M. E. Fischer espère obtenir des corps comparables aux albuminoïdes en condensant entre elles diverses molécules d'acides amidés : il obtient ainsi des produits qu'il appelle polypeptides.

L'état actuel de ses recherches a été récemment exposé avec beaucoup de talent au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne par M. Maillard. Sa conférence a paru dans la *Revue*.

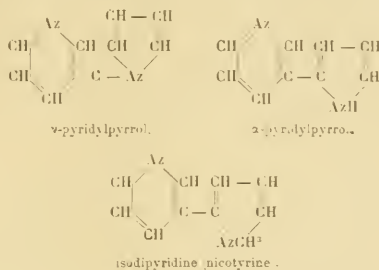
§ 5. — Alcaloïdes.

L'étude des alcaloïdes progresse avec lenteur. Nous n'avons pas à noter de progrès récents du côté de la cocaïne, dont la synthèse totale seule reste à faire. Le groupe des alcaloïdes du quinquina offre aux recherches une extrême résistance, à cause du nombre et de la complication de leurs isoméries, dont le mécanisme n'a pas encore été élucidé. Le progrès est plus net dans la série des bases de l'opium, grâce à de beaux travaux de M. Knorr et de M. Freund, précisant ce qu'on sait sur la constitution de la thébaine, de la morphine et de la codéine et de leurs mutuels rapports. Les travaux synthétiques de M. Pschorr et de ses élèves sont aussi d'un heureux augure.

Le plus important résultat obtenu dans cette

voie est la synthèse de la nicotine, réalisée par M. A. Pictet, de Genève, aidé de ses élèves, MM. Crépieux, Rotschy et Court. Ce beau travail a été exposé *in extenso* par son auteur lui-même, devant la Société chimique de Paris, le 2 juin 1906.

M. Pictet a transformé l'acide nicotianique en β -aminopyridine par la méthode d'Hoffmann, puis cette base en γ -pyridylpyrrol, par distillation avec l'acide mucique. La pyrogénéation de ses vapeurs isomérisé le γ -pyridylpyrrol en le dérivé α correspondant, base secondaire, méthylable à l'azote. Cette base méthylée, le γ -méthyl- α -pyridylpyrrol, s'est trouvée identique avec l'isodipyridine de Cahours et Etard nicotyrine de Pinner et Blau :



La nicotine ne diffère de la nicotyrine que par quatre atomes d'hydrogène en plus, transformant le noyau pyrrol en pyrrolidine. La difficulté était très grande d'hydrogéner le noyau pyrrolique sans toucher au noyau pyridique. M. Pictet ne l'a vaincue qu'avec beaucoup de peine, grâce à des traitements par le brome, suivis de réduction au chlorure stanneux.

Il a enfin obtenu la γ -méthyl- α -pyridylpyrrolidine ou nicotine racémique, qui, dédoublée par le procédé de Ladenburg, lui a donné les deux nicotine énantiomorphes.

L. Bouveault,

Professeur adjoint à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Guichard (C.), Correspondant de l'Institut. — Sur les systèmes triplement indéterminés et sur les systèmes triple-orthogonaux (*Collection Scientia*). — 1 vol. in-8°, de 95 pages. (Prix : 2 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1906.

L'introduction de cet intéressant travail en indique clairement l'objet. M. Guichard s'est d'abord proposé d'étendre aux systèmes triplement indéterminés les méthodes qu'il a créées pour l'étude des systèmes à deux indéterminées, réseaux et congruences (voir divers Mémoires de l'auteur aux *Annales de l'École Normale supérieure*, 1897-98 et 1903); cette extension fait l'objet des quatre premiers chapitres. M. Guichard part des systèmes points : un point M décrit un pareil système, quand ses coordonnées x_1, x_2, \dots, x_n (espace à n dimensions) sont communes à trois équations linéaires aux dérivées partielles de la forme :

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u_i \partial u_j} = P \frac{\partial x}{\partial u_i} + Q \frac{\partial x}{\partial u_j},$$

les indices i et j étant deux quelconques des nombres 1, 2, 3 et les coefficients P et Q étant deux fonctions quelconques des trois variables u_1, u_2, u_3 . Un système droite est formé par une quelconque des tangentes à un système point; un système plan est décrit par le plan de deux tangentes d'un système point. M. Guichard étudie les propriétés essentielles de ces systèmes et leur étant l'importante loi d'orthogonalité.

Mais le but essentiel de l'auteur est l'étude des systèmes triple-orthogonaux dans les espaces d'ordre quelconque (chap. v et vi). M. Guichard indique une série de problèmes qui permettent de former de nouveaux systèmes triple-orthogonaux. Il considère en particulier : 1° les systèmes triple-orthogonaux qui se correspondent de façon qu'entre les fonctions de Lamé h_1, h_2, h_3 de l'un et les fonctions h'_1, h'_2, h'_3 de l'autre existent les relations :

$$h'_1 = h_1 U_1 \quad h'_2 = h_2 U_2 \quad h'_3 = h_3 U_3;$$

U_1, U_2, U_3 étant respectivement des fonctions de u_1, u_2, u_3 ; 2° les systèmes de l'espace à trois dimensions qui sont applicables sur un système de l'espace à six dimensions; il ramène leur recherche à celle des systèmes orthogonaux qui se correspondent, de façon que les β_{ik} (de M. Darboux) de l'un soient égaux aux β'_{ik} de l'autre. Ces systèmes comprennent comme cas particulier ceux qui ont été étudiés par Ribaucour et qui sont tels que toutes les surfaces d'une même famille aient même représentation sphérique de leurs lignes de courbure; parmi eux se trouvent ceux qu'engendre la translation d'une surface.

On voit que l'ouvrage de M. Guichard rassemble systématiquement beaucoup de recherches antérieures, et les complète de la façon la plus heureuse.

M. LÉLIEUVRE,

Professeur au Lycée et à l'École des Sciences de Rouen.

Lippmann (G.), Membre de l'Institut. — *Thermodynamique. Leçons professées à la Faculté des Sciences, rédigées par MM. MATIAS et RENAUT*; 2° édition, conforme à la première. — 1 vol. in-8° de 251 pages. (Prix : 9 fr.) A. Hermann, éditeur, Paris, 1906.

Dans sa préface de 1888, l'auteur déclare que ces leçons ne constituent pas un traité, mais qu'elles sont une « introduction qui pourra être utile aux jeunes physiciens » : ses espérances n'ont pas été trompées,

car il n'existe pas de livre qui expose, mieux que celui-ci, les principes de la Thermodynamique; par contre, il a été trop modeste, car cet ouvrage est bien un traité et un traité excellent et magistral. Il arrive à sa seconde édition, sans avoir eu besoin d'être remanié : nombreux seront encore ses lecteurs, en dépit des mauvais caractères usés que l'éditeur a de nouveau employés. L'ouvrage est trop connu pour que nous en donnions une analyse complète : rappelons seulement l'ordre des chapitres. Les deux premiers sont consacrés aux principes de Mayer et de Carnot; vient ensuite leur application aux gaz et aux vapeurs, avec une étude spéciale des changements d'état. Deux chapitres traitent des phénomènes électriques, deux autres des machines thermiques et des appareils réversibles et non réversibles. Tout cela est exposé sobrement, mais avec une lucidité admirable, qui est la caractéristique de ce savant ouvrage.

AIMÉ WITZ,

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Thomson (J.-J.), Professeur à l'Université de Cambridge. — *Elektrizitäts-Durchgang in Gasen (Le passage de l'électricité à travers les gaz). Traduction allemande de M. Erich Marx, Privat-docent à l'Université de Leipzig.* — 1 vol. in-8° de 587 pages avec 187 fig. (Prix : 22 fr. 50.) B. G. Teubner, éditeur, Leipzig, 1906.

Il y a quelques mois, M. Ch.-Ed. Guillaume analysait ici même cette œuvre capitale du savant anglais. M. E. Marx l'a rapidement mise à la portée du public scientifique allemand dans une traduction publiée aujourd'hui par la maison Teubner, qui ne néglige aucune occasion de faire connaître à ses compatriotes, dans leur langue maternelle, les œuvres primordiales des mathématiciens et physiciens étrangers. Il ne nous reste qu'à souhaiter l'apparition prochaine d'une traduction française de cet ouvrage fondamental pour tous ceux qui s'intéressent à l'étude des phénomènes électriques dans les gaz.

Holland (A.), Docteur ès sciences et Bertiaux (L.), Essayeur du Commerce. — *Analyse des métaux par électrolyse. Métaux industriels, alliages, minerais, produits d'usines.* — 1 vol. in-8° de 180 pages. (Prix : 6 fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs, Paris, 1906.

M. A. Holland est l'un des premiers qui aient tenté d'introduire en France les théories modernes de l'électrolyse; il a contribué à les diffuser dans notre pays tant par ses publications personnelles que par sa traduction du traité classique de Chimie analytique de W. Ostwald.

Il a pu, en outre, apporter aux procédés d'analyse électrolytique des perfectionnements importants, dont une pratique journalière du laboratoire lui démontrait la nécessité, et en indiquer de nouveaux dans un certain nombre de cas particuliers.

Ce livre se recommande donc à la fois par son caractère vécu au point de vue expérimental et par la solide base théorique donnée aux méthodes décrites; il mérite, par suite, d'être bien accueilli par tous ceux qui s'occupent de l'analyse des produits métallurgiques et qui savent la valeur de méthodes soigneusement étudiées.

C. MARIE,
Docteur ès sciences.

Astruc (H.), Ingénieur agricole, Préparateur à la Station oenologique de l'Hérault. — Le Vinaigre. — 1 vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire. (Prix: 2 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

L'industrie de la vinaigrerie est restée assez importante en France. Cependant, elle y subit une crise prolongée depuis l'invasion des méthodes rapides allemandes et la diffusion sur tout le territoire de la fabrication du vinaigre d'alcool à la suite du régime fiscal inauguré en 1875. Cette industrie était jadis cantonnée presque exclusivement dans l'Orléanais et le Nord de la France et la matière première employée était à peu près uniquement le vin. Actuellement, la production du vinaigre d'alcool est décuple de celle du vinaigre de vin.

M. Astruc étudie d'une manière assez succincte, mais cependant suffisamment complète pour être utile, la fabrication du vinaigre au point de vue théorique et au point de vue pratique. Les procédés de fabrication tendent actuellement à devenir plus rationnels que l'ancien procédé orléanais; on s'efforce de placer les bactéries acétiques dans les conditions les plus favorables à leur fonctionnement, de manière à obtenir une acétification plus rapide et plus complète des liquides alcooliques.

La plupart des appareils employés sont basés sur le principe de l'appareil allemand ou *essighilder*, dans lequel on fait développer les bactéries à la surface des copeaux. Les perfectionnements tendent à régulariser le contact du liquide à acétifier avec les bactéries, à régler l'arrivée de l'air et à réduire les pertes par évaporation.

Le travail de M. Astruc donne une excellente idée de l'état actuel de cette industrie.

X. ROCQUES,

Chimiste-expert des tribunaux de la Seine.

3° Sciences naturelles

Wolfrom (Gustave). — Le Maroc, ce qu'il en faut connaître. — 1 vol. de 298 pages avec 20 gravures, publié sous le patronage du Comité du Maroc. Chalmiel, éditeur. Paris, 1906.

C'est là un ouvrage de grande vulgarisation; M. G. Wolfrom s'est proposé de faire connaître au public, en un livre facile à lire, tout ce qu'il est nécessaire qu'un citoyen français qui s'intéresse aux affaires extérieures de son pays sache sur le Maroc. C'est en même temps un compendium commode dans lequel tous ceux qui, à un titre quelconque, ont à s'occuper du Maroc, commerçants, industriels, voyageurs, touristes, professeurs, pourront puiser les premiers renseignements indispensables et les éléments d'une étude plus approfondie. Des photographies bien venues agréablement cet exposé et une carte sommaire, très schématisée, sert à fixer les idées du lecteur.

Depuis quelques années, la bibliographie du Maroc s'est accrue considérablement; sans doute, cet accroissement ne correspond pas à une augmentation proportionnelle de nos connaissances scientifiques, mais des documents de haute importance ont cependant été livrés à la publicité: le Comité du Maroc, la Mission d'études de Tanger, sans parler de nombreux et fructueux efforts individuels, ont entièrement renouvelé le sujet. Fondre ce vaste amas de matériaux en un clair résumé, ne rien omettre d'essentiel tout en restant bref, c'était une tâche difficile et dont M. G. Wolfrom s'est honorablement tiré.

Dans quelques pages sur l'histoire du Maroc, il essaye d'abord de fixer les grandes époques et les principales dates des monotones annales de ce pays; puis vient la description du sol: les grandes chaînes atlantiques, celle du Rif sont brièvement décrites et caractérisées d'après les observations des derniers explorateurs. Suivent quelques notes sur les cours d'eau, puis

l'énumération, avec description concise, des principales villes de la côte et de l'intérieur. L'auteur donne ensuite quelques notions sur l'ethnographie et énumère les principaux groupes sociaux du Maroc. Puis viennent à ce propos des détails sur le voyage et l'exploration au Maroc. Le difficile chapitre des « Mœurs et habitudes » est ensuite traité avec la réserve convenable. Sur le makhzen, l'administration, l'organisation de l'armée, M. G. Wolfrom extrait l'essentiel des nombreux travaux parus à ce sujet pendant ces dernières années. Plus de la moitié du livre est consacrée à l'agriculture, à l'énumération des produits du sol, à la pêche, aux mines, au commerce: dans toute cette partie, M. G. Wolfrom a su se garder des exagérations auxquelles on nous a accoutumés depuis quelques années. Il a fort bien compris que nos données sur ces différents sujets (sauf sur le commerce) sont encore excessivement vagues et demandent à être sérieusement contrôlées.

La région algéro-marocaine fait l'objet d'une étude séparée et à juste titre: le pays qui est à l'est de la Moulouya a, en effet, une physionomie distincte et, influencé fortement par le voisinage de ce grand centre de civilisation qu'est l'Algérie, il a des caractères sociaux et économiques qui lui sont propres.

Un vocabulaire des noms arabes termine l'ouvrage, et un appendice nous donne le compte rendu de la Conférence d'Algésiras, considérée comme le point de départ d'une ère nouvelle dans l'histoire du Maroc.

On ne saurait demander à un ouvrage de vulgarisation de donner de l'inédit; il suffit qu'il résume bien ce qu'on sait, et plus le résumé est court, plus la chose est difficile: l'auteur y a cependant réussi. De même, les spécialistes auraient tort de reprocher à M. G. Wolfrom quelques inexactitudes de détail qui n'enlèvent rien à la valeur d'ensemble de son travail. C'est donc seulement pour ne pas laisser prescrire les droits de la critique que je demande à l'auteur la permission de lui signaler un lapsus: page 40, l'îlot Peregil n'appartient pas à l'Espagne; pages 40, 61, lui n'est pas occupé par l'Espagne, et la question de l'identification de Santa-Cruz de Mar Pequeña n'a jamais, croyons-nous, été officiellement résolue.

EDMOND DOUTTE,

Chargé de Cours

à l'Ecole Supérieure des Lettres d'Alger.

Branca (A.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris. — Précis d'Histologie. — Bibliothèque du Doctorat en Médecine publiée sous la direction de MM. GILBERT et FOURNIER. J.-B. Bailière, éditeur. Paris, 1906.

Sans déceler l'expérience consommée qu'on trouve dans l'ouvrage analogue et un peu antérieur du Professeur Tournoux, ce *Précis* témoigne des très sérieuses qualités du jeune maître qui l'a entrepris. Il sera certainement très utile aux étudiants, car, tout en restant clair et concis, il met à leur disposition un cours d'histologie absolument complet, où les moindres organes trouvent leur place. Certains chapitres, celui des Epithéliums, celui de la Spermatogénèse, sont traités avec une compétence toute spéciale, puisque l'auteur en a fait l'objet de travaux personnels très appréciés. Tous témoignent d'un réel talent d'exposition. Dans la première partie notamment (Cellule et Tissus), l'auteur a trouvé moyen de condenser sous le plus petit volume les notions essentielles, au point que, dans tel paragraphe, le tissu conjonctif en général, par exemple, aucun mot ne pourrait être retranché, et que peu d'entre eux pourraient être mieux choisis. L'œuvre entière a un tour assez original, caractérisé par sa tendance à aller droit au but sans aucune digression; elle n'est la copie ou le rellet d'aucune autre.

Elle plaira encore aux étudiants, souvent peu curieux de l'histoire de la science, et pressés d'arriver à l'examen ou au concours, parce que les théories diverses sur un même sujet ont été le plus souvent sacrifiées, parce que les noms propres ont presque disparu. Cela donne plus d'aisance à l'auteur pour son exposé, et à

l'élève pour l'étude. Mais peut-être cette manière de faire a-t-elle été poussée un peu loin : la discussion donne de la vie, et l'histologie prend ici l'aspect d'une science à contours arrêtés : ce qu'elle est bien loin d'être à l'heure actuelle. Pourtant, bien qu'attaché aux doctrines classiques, l'auteur n'a pas craint, sur plusieurs points, de donner un aperçu de théories nouvelles capables de modifier les conceptions actuelles, en ce qui concerne le Neurone par exemple.

C'est à juste raison, nous semble-t-il, que M. Branca a bien mis en relief, d'autre part, les tendances de l'histologie moderne, qui ne connaît plus les limites étroites de la Morphologie pure, et ne veut plus être une simple science d'observation. « Morphologie par les procédés qu'elle met en œuvre, elle est physiologique par le but vers lequel tendent tous ses efforts. Elle aspire à nous faire connaître les raisons des choses, et, pour elle, le comment est le préambule du pourquoi. » D'où la présence ici de toute une série de paragraphes qui sont bien à leur place, sur la physiologie de la cellule, les rapports du protoplasme et du noyau, l'évolution et l'histophysiologie des épithéliums, le cycle sécrétoire, etc. : d'où aussi la place réservée partout à l'histogénèse, qui soulève malheureusement trop de questions encore sur lesquelles l'accord est loin d'être fait.

L'ouvrage, bien imprimé, est illustré de nombreuses figures, dont la plupart sont originales et témoignent de la documentation personnelle très riche de l'auteur. C'est de parti pris qu'il a écarté la plupart des schémas, qui souvent donnent des idées fausses. Mais cela n'est pourtant pas sans quelques inconvénients. En l'absence d'une figure demi-schématique, le débutant comprendra-t-il bien d'emblée, par exemple, la forme et les rapports un peu spéciaux de la cellule tendineuse ?

Enfin, nous ferons encore une critique, qui ne s'adressera pas spécialement à ce livre, mais à la plupart des Traités d'histologie actuels, petits ou gros, français ou étrangers. L'anatomie microscopique des organes, si utile surtout, il est vrai, dans le régime de concours à outrance sous lequel nous vivons, s'enrichit chaque jour de détails dont quelques-uns sont parfois insuffisamment compris ou insuffisamment contrôlés. En revanche, nous voyons avec regret la notion de système, l'anatomie générale, y tenir de moins en moins de place. Ainsi, voici un traité bien complet ; or, nous arrivons au troisième tiers du livre, aux Organes digestifs, sans que le terme muqueuse ait été défini, et c'est dans une simple note au bas de la page que nous trouvons en quelques mots cette définition. Les mots « Séreuse, Membrane séreuse » ne figurent pas même à l'Index alphabétique ; le péritoine est, il est vrai, décrit, mais seulement sous sa forme de membrane, et au chapitre : Tissu lamelleux. N'eût-il pas mieux valu sacrifier quelques détails dans la description des organes, et nous donner dès la première partie une idée d'ensemble du système des muqueuses, du système séreux, et même des systèmes simples comme le conjonctif et l'osseux, qui sont bien présents ici, mais à l'état fragmentaire ?

Mais, nous le répétons, c'est là une tendance moderne assez générale. Cela n'empêchera pas ce livre d'être parmi les meilleurs, d'être bien au courant, et de rendre de précieux services aux étudiants qui en feront usage. Les plus curieux d'entre eux iront ensuite aux gros Traités ; mais ils auront acquis ici, pour commencer, une culture élémentaire déjà très étendue.

E. LAGUESSE,

Professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Lille.

4° Sciences médicales

Vires (D^r). — *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier.* — *L'hérédité de la Tuberculose.* — 1 vol. de l'Encyclopédie des aide-mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Masson et Co., éditeurs, Paris, 1906.

Le lecteur trouvera dans ce petit livre la mise au point, très consciencieusement faite, de la question si

complexe de l'hérédité de la tuberculose, et l'étude, très complète au point de vue bibliographique, de tous les faits et théories qui s'y rapportent. Ceux-ci sont groupés en trois divisions, suivant qu'ils concernent la transmission héréditaire du bacille de Koch (hérédité tuberculeuse vraie), la transmission du terrain tuberculeux ou la transmission du terrain simplement infecté.

Paraf (G.), Ingénieur des Arts et Manufactures. — *Hygiène et sécurité du travail industriel.* — *Ouvrage couronné par la Société nationale d'encouragement au Bien.* 1 vol. in-8° de 632 pages avec 402 fig. V° Ch. Dunod, éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris, 1906.

Les accidents du travail, les maladies professionnelles, ce sont là des questions vraiment à l'ordre du jour et qui n'ont cessé de préoccuper l'industriel et le législateur depuis une vingtaine d'années. Cette orientation plus directe des idées humanitaires a coïncidé tout naturellement avec l'application de plus en plus répandue du machinisme, qui est venu se joindre aux travaux à la main et forcer leur rendement.

Pour traiter la question à fond, on ne pouvait se contenter de généralités : chaque industrie diverse a ses engins spéciaux, et présente des inconvénients ou des dangers bien différents. Ici des gaz délétères se dégagent, là ce sont des poussières destructives. Dans les mines, certaines maladies contagieuses se développent. Souvent l'oxyde de carbone, les hydrocarbures, outre leur nocivité à l'inhalation, forment avec l'air des mélanges détonants et peuvent provoquer de terribles catastrophes. La métallurgie elle-même, où l'on manipule des masses plus ou moins fortes, liquides ou solides, à des températures élevées, entraîne des risques plus ou moins nombreux et sérieux, qu'il est essentiel de bien mettre en valeur pour préciser les moyens de préserver ceux qui les courent. Quant aux mécanismes en usage dans toutes les usines ou ateliers, ils dérivent évidemment des mêmes sources et se rapportent à peu près toujours aux mêmes organes : chaudières, machines à vapeur, turbines, moteurs à gaz, transmissions, appareils de levage, machines-outils, etc. Mais là encore on doit différencier les petites industries de celles où l'on manipule des pièces lourdes.

M. Paraf a bien compris toutes ces distinctions et s'est attaché particulièrement aux questions technologiques. La lecture des différents chapitres où il a résumé les caractéristiques particulières de chaque industrie est des plus instructives pour le spécialiste. L'auteur possède, on le voit, son sujet à fond et le traite en connaissance, avec ordre et méthode.

Aux nombreuses branches de l'arbre industriel sont consacrés des articles spéciaux et complets, ce qui facilite beaucoup les recherches et évite au lecteur la nécessité de faire des rapprochements pour certains points communs à élucider.

A côté des questions purement techniques et professionnelles, devaient figurer quelques notions médicales indispensables à la compréhension du remède au mal susceptible de se produire. M. Paraf n'a pas manqué de faire intervenir cet élément d'une façon discrète, il est vrai, mais fort intéressante. Seul, le médecin peut dicter les règles d'une hygiène bien comprise, et celle-ci est le complément nécessaire des dispositifs destinés à la préservation des ouvriers.

Enfin, le côté juridique devait être également envisagé, puisque le législateur s'est cru forcé d'intervenir pour rendre obligatoires certaines mesures de sauvegarde ou d'hygiène. Le volume contient en appendice les lois, décrets et arrêtés promulgués en France, tels que la loi du 2 novembre 1892 régissant le travail des femmes et des enfants ; les lois du 12 juin 1892 et du 11 juillet 1903, indiquant les précautions à prendre pour assurer l'hygiène et la sécurité des travailleurs, etc. L'industriel trouvera commode d'avoir ainsi tous ces documents sous la main.

En résumé, cet ouvrage si documenté est arrivé à son heure : il présente pour le patron un intérêt capital. A une époque où les compagnies d'assurances contre les accidents ont une tendance à surélever les primes pour répondre aux exigences de la loi, l'application intégrale des mesures de préservation des ouvriers contre les maladies professionnelles, outre son utilité sociale si évidente, amènera une amélioration sensible dans les statistiques qui servent de base à la révision des tarifs.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

5° Sciences diverses

Milhaud (G.), Professeur à l'Université de Montpellier. — Etudes sur la pensée scientifique chez les Grecs et chez les Modernes. — 1 vol. in-12 de 275 pages. Société française d'imprimerie et de librairie, Paris, 1906.

Cette série d'études philosophico-historiques débute par une remarquable introduction sur l'idée de science, dans laquelle M. Milhaud montre combien il est difficile de définir de façon précise les procédés du savant et d'assigner des limites au seul domaine où son effort doit s'exercer. Comment borner la pensée scientifique, soit dans ses méthodes, soit dans son objet ? Il faudra toujours s'arrêter à une explication incomplète des choses ; mais, si la perspective de cette limitation nécessaire faisait écarter certaines recherches du champ de l'activité intellectuelle de l'humanité, « on ne voit pas comment il en resterait un seul que l'on consentit à lui laisser ». Toutefois, gardons-nous d'emprunter aux sciences positives leurs notions clairement définies, mais dénuées de signification hors d'elles (infinité, potentiel, énergie) et de les appliquer à la solution de problèmes leur restant complètement étrangers. Ne démontrons pas, par exemple, le déterminisme ou, au contraire, le libre arbitre par le recours aux équations de la Mécanique ; n'expliquons pas l'immortalité de l'âme par le principe de Carnot et la notion d'entropie !

Les pages suivantes sont consacrées à la *Géométrie grecque*, considérée comme œuvre personnelle du génie hellénique. Dans cette « œuvre sinon éternelle, du moins aussi solide et durable que peut l'être une création humaine », les Grecs ont marqué fortement leur empreinte, et cependant nombre d'historiens ou de critiques ignorent que les Hellènes furent des initiateurs aussi bien en Mathématiques qu'en Philosophie ou en Sculpture. Ils fondèrent la *Géométrie spéculative* et *désintéressée* ; ils lui donnèrent la forme démonstrative et logique, ils la firent idéaliste sans s'éloigner outre mesure de l'intuition naturelle ; enfin, ils la dotèrent d'un ensemble de principes si simples et si parfaits que les travaux de deux mille ans apparaissent comme le développement normal du fécond héritage qu'ils nous ont légué.

Après Euclide, l'érudit professeur de l'Université de Montpellier passe à *Platon*. Il étudie les rapports qui lient sa *géométrie* à sa philosophie et l'influence de l'une sur l'autre. On assiste ensuite à l'accroissement de la pensée mathématique, consistant surtout en une évolution significative des concepts fondamentaux. La notion de nombre et de quantité s'élargit par sa fusion avec l'intuition spatiale et sort du domaine arithmétique et discontinu où l'avaient enerré les Pythagoriciens pour revêtir un caractère géométrique continu. Les méthodes infinitésimales s'élaborent et la considération du lieu géométrique, défini par une relation caractéristique entre certaines grandeurs, conduit les mathématiciens à manier les fonctions les plus diverses. Le « synthétisme » de Platon est l'écho naturel de cette tendance, tandis qu'*Aristote* ne connaît qu'imparfaitement ce grand mouvement, ou du moins « ne le saisit que du dehors, sans se laisser pénétrer par les éléments nouveaux qu'il apportait à l'esprit ».

Dans le curieux paragraphe IV, intitulé : *Le hasard chez Aristote et chez Cournot*, M. Milhaud examine, à propos du hasard et de quelques préoccupations dont il semble inséparable, les ressemblances entre les conceptions du philosophe de Stagyre et celles du profond auteur de *L'essai sur les fondements de nos connaissances*. Aristote exclut le fortuit de la science et laisse ainsi subsister deux catégories d'éléments : ceux que le savant enclaine logiquement dans ses spéculations sur la nature et ceux qui échappent à une explication scientifique. Un dualisme semblable se trouve chez Cournot dans la séparation fondamentale de la donnée historique ou fortuite et de l'élément scientifique.

Délaissions le chapitre de la *raison chez Cournot*, et celui des *préoccupations scientifiques* de Kant, destinés à montrer que les travaux scientifiques du grand philosophe pourraient être supprimés « sans que la suite des recherches des savants s'en fût ressentie ». Nous ne saurions insister non plus sur l'article concernant *Aug. Comte*, dont la philosophie enseigne constamment dans des limites assez étroites le domaine de la connaissance future, car nous voulons réserver les dernières lignes de cette analyse au parallèle entre la *science grecque* et la *science moderne* qui termine les magistrales études de M. Milhaud.

La science ancienne, après avoir brillé d'un vif éclat, ne se manifestait plus que par de vagues lueurs lorsque les Barbares envahirent l'Europe occidentale. Toutefois, elle n'avait pas attendu ces bouleversements politiques pour périr, et elle n'avait guère survécu à l'esprit grec, qui, du fait de la conquête macédonienne d'abord, puis de la conquête romaine, se mélangea sans cesse à des éléments de moins en moins propres aux spéculations intellectuelles. Ensuite, durant le Moyen-Âge, l'intelligence humaine tarde à recouvrer, avec sa liberté d'allure, l'indépendance de jugement et de critique nécessaire à la science moderne, quoique certains auteurs estiment, au contraire, que cette période servit à corriger l'esprit des hommes dans le sens favorable à l'édification de nos conceptions scientifiques actuelles.

Pour Auguste Comte effectivement, l'âge du polythéisme ne pouvait créer la science. La pensée humaine devait franchir quelques autres étapes (monothéisme, puis état métaphysique) pour qu'elle pût décidément parvenir à l'âge positif ou proprement scientifique. Au Moyen-Âge, le régime monothéique, loin de comprimer l'essor scientifique correspondant, l'encourageait très heureusement en le dégageant des immenses entraves que le polythéisme lui présentait. Les spéculations scientifiques ne pouvaient se poursuivre durant l'Antiquité païenne sans choquer les explications théologiques qui s'étendaient aux moindres détails des phénomènes, tandis que le monothéisme, en concentrant l'action surnaturelle, ouvrit enfin à l'esprit scientifique un champ beaucoup plus vaste et plus libre. D'autres penseurs arrivent à la même conclusion en avançant, avec Emile du Bois-Reymond, que les religions monothéistes sont seules capables de donner à l'homme la notion sérieuse et profonde de la vérité inconnue des Grecs. Enfin, certains écrivains, comme M. E. Egger, veulent que le fidéisme catholique ait déshabitué le cerveau humain d'exigences incompatibles avec la méthode expérimentale.

M. Milhaud discute ces assertions et défend les Hellènes en connaissance de cause, puisqu'il leur a déjà consacré deux excellents volumes : *Leçons sur les origines de la science grecque* (1893), et *Les philosophes-géomètres de la Grèce* (1900). Quoi qu'il en soit, constatons que la science brillante de l'Antiquité s'éclipsa pendant de longs siècles et qu'elle dut, pour reprendre sa marche en avant et donner une suite aux immortels travaux des Archimède, des Hippocrate ou des Aristote, attendre le retour des circonstances qui avaient entouré son berceau, c'est-à-dire la résurrection de la raison et de la liberté.

JACQUES BOYER.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 Octobre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H.-G. Zenthen poursuit ses recherches sur le principe de correspondance pour une surface algébrique. — M. R. Rothe démontre le théorème suivant : Étant donnée une surface isothermique, toutes les surfaces associées en proviennent par l'application de la transformation associée ou de la transformation de Christoffel. — M. Fatou montre que la recherche des solutions des équations fonctionnelles simples conduit à introduire des transcendentes uniformes possédant des ensembles parfaits discontinus de singularités ou des coupures non analytiques. — M. Loewy propose une méthode nouvelle et rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Wallerant est parvenu à déterminer l'enroulement hélicoïdal autour de la bissectrice obtuse des axes optiques dans un grand nombre de corps. Pour cela, il mélange au corps considéré une substance qui, fondue isolément, ne cristallise que très difficilement, par suite de surfusion, et il observe les sphérolites obtenus. — M. G.-D. Hinrichs a étudié la mécanique de l'ionisation par solution; il fait de l'hypothèse d'Arrhénius un théorème démontré de la Mécanique moléculaire. — MM. Ch. Moureu et I. Lazenneq, en condensant les nitriles acétyléniques $R.C : C.Caz$ avec les amines primaires et secondaires, ont obtenu des nitriles acryliques β -substitués β -aminosubstitués $R.C(AzHR) : CH.Caz$, corps neutres, facilement hydrolysables par les acides avec formation de nitriles β -cétoniques $R.CO.CH^3.Caz$ et régénération des amines. — M. Leo Vignon a constaté que les textiles animaux ont des fonctions chimiques acides et basiques; les textiles végétaux sont privés de fonctions basiques et possèdent des fonctions acides faibles comparables à celles des alcools. L'activité chimique, acide ou basique, des textiles augmente avec la dilution de la solution aqueuse. — MM. R. Lépine et Boulud montrent que le sucre du sérum normal ne dialyse pas; mais il dialyse dans beaucoup de cas anormaux, notamment quand le sérum renferme du sucre de nouvelle formation.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. R. Robinson a observé chez l'enfant un troisième canal mandibulaire, commençant en arrière de la dernière molaire, dans la région du diastème pulmonaire, par un petit orifice ovalaire et se dirigeant de haut en bas et de dedans en dehors pour s'ouvrir dans le canal dentaire permanent à la base de l'épîne de Spix. — MM. C. Levaditi et Sauvage ont reconnu que le *Treponema pallidum* est capable d'envahir les follicules de Graaf et de pénétrer dans l'ovocyte. L'existence d'une infection spirochétienne de cet ovocyte rend bien probable la transmission de la syphilis de la mère au rejeton par l'ovule, en dehors de toute infection par voie placentaire évoluant pendant la grossesse.

Séance du 22 Octobre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Raffy présente ses recherches sur les surfaces rapportées à leurs lignes de longueur nulle et les surfaces isothermiques de première classe. — M. R. Rothe poursuit ses études sur les transformations des surfaces isothermiques. — M. Riquier indique les conditions d'intégrabilité complète de certains systèmes différentiels. — M. E. Bertin démontre que, dans une houle de la même hauteur

qu'un clapotis quelconque, les deux parties du potentiel, force vive et travail de la pesanteur, doivent être égales entre elles; donc, elles sont égales entre elles dans toutes les houles. — MM. G. Millochan et G. Féry ont déterminé l'émission calorifique du Soleil au moyen de leur pyrhéliomètre à Meudon, Chamonix et au sommet du Mont-Blanc. En admettant un pouvoir émissif égal à l'unité et corrigeant les effets de l'absorption atmosphérique, la température du Soleil serait de 5.620°. — M. M. Stefanik, par des observations faites à Meudon et au sommet du Mont-Blanc, a mis en évidence l'origine tellurique de plusieurs raies de la partie extrême rouge du spectre solaire.

2^{es} SCIENCES PHYSIQUES. — M. G. Claude a amélioré encore le rendement de la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur en alimentant en oxygène comprimé au lieu d'air comprimé, à la pression critique, les liquéficateurs de la liquéfaction compound. — MM. A. d'Arsonval et F. Bordas ont imaginé un appareil pour la distillation et la dessiccation dans le vide des matières altérables, dans lequel on conserve le vide primitif aussi longtemps que dure la distillation; pour cela, les vapeurs dégagées sont condensées, au fur et à mesure de leur production, par l'application des basses températures. — M. Ed. Branly présente un appareil de sécurité contre les étincelles accidentelles dans les effets de télé mécanique sans fil. — M. P. Villard estime que la totalité de la nappe de l'aurore boréale est très voisine de la Terre, et que, même à l'équateur magnétique, elle est en deçà des limites de notre atmosphère, ce qui conduit à rejeter l'hypothèse d'une origine solaire des corpuscules. — M. P. Lebeau montre que le composé décrit jusqu'ici sous le nom de chlorure de brome n'existe pas; sa composition constante correspond à la solubilité du chlore dans le brome à 0°. — M. E. Rengade a préparé du protoxyde de césium bien défini, parfaitement pur et cristallisé, en évaporant sa solution dans un excès de césium. On l'obtient alors sous la forme de cristaux rouge orangé, décomposables à froid par AzH^3 liquéfié, qui les transforme en un mélange d'amidure et d'hydrate de césium. — MM. G. Urbain et M. Dementioux ont déterminé le poids atomique du dysprosium en transformant le sulfate hydraté $Dy^3SO^3 \cdot 8H^2O$ en oxyde Dy^2O^3 . La moyenne des déterminations est de 162,54 (± 16). — M. G. Arrivaut, en réduisant par Al des mélanges d'oxydes convenablement choisis de Mn et de Tu, a préparé des alliages de ces métaux contenant jusqu'à 60 % de Tu; ces corps, traités par les acides étendus, abandonnent un résidu de Tu pur. — M. F. Wallerant a constaté que le propionate de cholestéryle présente le phénomène des enroulements hélicoïdaux à la fois dans ses cristaux solides et ses cristaux liquides. — MM. Ch. Moureu et J. Lazenneq, en condensant les éthers-sels acétyléniques $RC : C.CO^3R'$ avec les amines, ont obtenu des corps non basiques, facilement hydrolysables par les acides en donnant l'amine et un éther β -cétonique $R.CO.CH^3.CO^3R'$. — M. P. Lemoult considère les matières colorantes azoïques comme des azocarbures sur lesquels seraient fixés de véritables groupes OH ou AzH^3 . — M. G. Perrier a constaté, dans les aliments fumés, la présence de quantités appréciables de formol 0,04 à 2,6 mgr. par 100 gr.). Il y aurait donc lieu de remplacer la prohibition absolue du formol dans les aliments par la fixation d'une limite maximum.

3^{es} SCIENCES NATURELLES. — M. Thiroux apporte de nouveaux faits en faveur de l'unité du parasite du paludisme. Il montre que la forme de la fièvre quarte

dérive de la forme tropicale et est particulièrement fréquente chez le nègre. — **M. F. Vies** a constaté que la nage normale du *Pecten*, bord ventral des valves en avant, est produite par la réaction du courant d'eau qui sort des échancrures cardinales, les duplicatures palléales faisant office de valves et empêchant toute autre issue du liquide, chassé par l'occlusion brusque de la coquille. — **M. A. Quidor** donne la description du *Mesoglicola Delagei*, nouveau parasite du *Corynetes viridis*, où il vit dans la mésogée. — **M. W. Lubimenko** a constaté que la lumière et la chaleur agissent en général dans le même sens sur l'énergie de décomposition de CO_2 par la plante; et il y a, pour les deux, une intensité optima au-dessus de laquelle l'énergie assimilatrice s'affaiblit. La diminution de l'assimilation, au delà de cet optima, est beaucoup plus forte chez les plantes ombrophiles que chez les ombrophobes. — **M. Le Renard** a étudié l'action des sels de cuivre sur la germination du *Penicillium*. — **M. F. Meunier** a déterminé la faune des *Dolichopodinae* de l'ambre de la Baltique : elle est paléarctique; elle comprend aussi quelques formes néarctiques, mais il n'y a pas de type néotropical. Les espèces sont éteintes, mais très voisines des formes récentes.

Séance du 29 Octobre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. L. Bianchi** démontre le théorème suivant : Les surfaces gauches R, R_1 , applicables sur la quadrique Q , sont à leur tour les deux nappes focales d'une congruence rectiligne W . — **M. J. Clairin** étudie les transformations de quelques équations linéaires au dérivées partielles du second ordre. — **M. E. Traynard** a déterminé le système d'intégrales de différentielles totales appartenant à une surface hyperelliptique. — **M. Loewy** poursuit l'exposé de sa nouvelle méthode pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien. — **M. J. Guillaume** communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1906. On a noté deux groupes de taches en plus que dans le trimestre précédent, mais leur surface totale est légèrement moindre. Les groupes de facules ont également augmenté en nombre et diminué en surface. — **M. P. Helbronner** a continué la triangulation géodésique des hautes régions des Alpes françaises (massif Pelvoux-Ecrins). — **M. Dutriche** expose une nouvelle méthode de mesure de la vitesse de détonation des explosifs. Un circuit est formé de deux bouts de cordeaux détonants, ayant une vitesse régulière, amorcés par un manchon au fulminate, et on établit au point de rencontre des détonations des deux cordeaux un signal. On intercale, dans une des branches, un retard formé par un bout de tube rempli de l'explosif à étudier; on détermine ainsi la longueur du cordeau-type qui détonne dans le même temps que le bout de tube considéré.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — **M. G. Le Bon**, à propos des récentes expériences de **MM. Ramsay** et **Spencer** qui confirment son hypothèse de la désintégration de la matière sous l'influence des rayons lumineux, ajoute que, lorsque l'intensité de la lumière est suffisante pour chauffer les substances soumises à son action, elle agit, en outre, en expulsant une petite quantité d'éléments radio-actifs, que toutes les substances contiennent. — **M. E. Estanave** a imaginé un écran spécial de projection, sur lequel on projette deux images stéréoscopiques, de façon à mettre en coïncidence les points les plus éloignés. Les images des points plus rapprochés ne se superposent pas et présentent un écart horizontal d'autant plus prononcé que les objets qu'elles représentent sont plus voisins de l'observateur. En regardant par transparence sur cet écran à une distance convenable, chaque œil perçoit l'une des images à l'exclusion de l'autre et le relief apparaît. — **M. Tiffeneau** montre que, dans la fixation de IOH sur les carbones phényles, OH se porte de préférence sur le C le plus substitué et le plus voisin du phényle; dans

l'élimination de HI , IOH voisin du phényle reste intact et il y a migration du phényle; au contraire, quand OH est loin du phényle, l'élimination de HI tend à former des oxydes d'éthylène.

3^e SCIENCES NATURELLES. — **MM. H. Guillemard et R. Moog** déduisent de leurs observations, faites au sommet du Mont-Blanc, que l'action des grandes altitudes sur le sang se traduit toujours par l'hyperglobulie qu'atteste la diminution de la valeur globulaire et qu'accompagne le plus souvent un déplacement des hématies vers la périphérie. — **MM. M. Doyon, Cl. Gautier et N. Kareff** : Coagulabilité du sang sus-hépatique (voir p. 951). — **M. A. Giard** a reconnu que le parasite des betteraves du Plateau central n'est pas un *Loxostege*, mais bien le *Lita ocellatella*. Les chenilles de cet insecte se glissent avec facilité entre les fissures les plus étroites et s'échappent de tout récipient qui n'est pas hermétiquement clos. — **M. A. Delebecque** a étudié les lacs du cirque de Rahons (Alpes-Maritimes). Ce sont les plus élevés qui ont été sondés sur le territoire français; le plus grand a une profondeur de 54 mètres.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Octobre 1906.

MM. E. Hamy, Kermorgant et Duguet présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les prix Hugo, Larrey et Marie Chevallier. — **M. A. Laveran**, en réponse à la récente communication de **M. Kelsch**, estime qu'aucune des objections faites à la doctrine anophélienne du paludisme n'est irréfutable; aucun fait ne démontre la nécessité d'admettre, en dehors de la transmission par les *Anopheles*, un autre mode de propagation du paludisme.

Séance du 23 Octobre 1906.

MM. P. Reclus et Troisier présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les Prix Campbell-Dupierri et Civrieux. — **M. A. Adamkiewicz** communique les résultats de sa méthode de traitement du cancer par la cancroïne (oxyhydrate de triméthylvinylammonium, neutralisé par l'acide citrique et saturé d'acide phénique). Les cellules cancéreuses sont tuées par la cancroïne et éliminées par l'organisme, comme il arrive aux corps étrangers. Elles sont remplacées par un tissu d'infiltration qui se transforme en tissu conjonctif. — **MM. Chantemesse, Marchoux et Hauri** communiquent leurs recherches sur l'épidémie de suette miliaire qui s'est propagée en mai et juin dans les Charentes et les Deux-Sèvres. Elle n'a pas atteint les villes et s'est localisée dans les villages; elle a présenté partout une certaine période d'incubation et s'est transmise sans l'intermédiaire de malades. Les auteurs émettent l'hypothèse que la suette pourrait être une maladie d'un rat des champs, transmissible à l'homme par les puces.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Octobre 1906.

MM. L. Martin et A. Vaudremer montrent que, pour caractériser un microbe tuberculeux, il faut non seulement donner la virulence des bacilles vivants injectés sous la peau ou dans le péritoine, mais encore indiquer le pouvoir toxique de leurs corps dégraissés. — Les mêmes auteurs pensent qu'il est délicat d'opérer des essais de vaccination ou de traitement avec des bacilles de peu de virulence, car on peut croire à des guérisons, alors que, le plus souvent, il existe des bacilles embusqués qui peuvent provoquer des poussées de tuberculose secondaire. — **M. M. Letulle** estime que la pneumonie caséuse proprement dite est une réaction du parenchyme respiratoire qui relève, au même titre que la tuberculose granuleuse, d'une origine vasculaire. — **MM. Thiroux et Teppaz** ont constaté que l'actinostomose du chien est une maladie fréquente au Sénégal; elle paraît due à l'*Uncinaria tri-*

gonocéphala. — **M. M. Caullery** a découvert un amibié nouveau, parasite des embryons de *Peltoaster curvatus*; il le dénomme *Amoeba pardophora*. — **M. Ch. Féré** a analysé le sentiment agréable produit par la vue de formes géométriques simples; les figures les plus agréables à voir sont constituées par des groupes impairs peu nombreux comme 1, 3, 5. — **M. P. Mulon** montre que l'état pâleux du cytoplasma des cellules à lutéine du cobaye et l'osmophilie sont liés à une imprégnation grasseuse, coïncidant avec la période d'activité du corps jaune de gravidité. — **M. C. Mathis** a constaté que les œureuils sont très sensibles au nagana expérimental; chez eux, la maladie prend les allures d'une infection aiguë ou subaiguë. — **M. Brau** a reconnu que le pouvoir bactéricide du sérum à l'égard du bacille pyocyannique va en décroissant dans la série suivante : homme, chien, cobaye, cheval, vache, lapin. Le bacille pyocyannique peut être virulent par ingestion. — **MM. A. Carrel et C. C. Guthrie** ont observé que l'anastomose des vaisseaux rénaux à l'aorte et à la veine cave par la méthode du « patching » permet d'éviter presque sûrement les complications circulatoires qui suivent parfois les anastomoses faites par d'autres méthodes; elle permet d'exciser facilement et avec sécurité la transplantation du rein. — **M. P. Fauvel** a reconnu qu'avec une alimentation sans purines l'excrétion des xantho-uriques et de l'acide urique est sensiblement fixe pour un sujet donné et sans aucune proportion avec la quantité d'albumine ingérée. — **M. H. de Waele**, en plaçant sous la peau d'animaux des sacs de cellulose contenant des cultures de bacille typhique, pyocyannique, diphtérique, etc., a obtenu chez les animaux, par injection des dérivés de cultures homologues *in vitro*, une réaction thermique spécifique absolument comparable à la tuberculeuse-réaction. — **M. R. Turro** a constaté que le bacille virgule, le bacille d'Eberth et le colibacille se dissolvent dans la soude diluée; les cobayes auxquels on injecte des doses non mortelles de solution sodique s'immunisent peu à peu. — **M. H. Iscovesco** a observé qu'un suc gastrique normalement très acide (chien) supporte de très grandes augmentations d'acidité avant que son action digestive ne soit enrayée; il n'en est pas de même pour un suc digestif moins acide (porc). — **M. E. Maurel** a reconnu que, contrairement aux prévisions, au moins chez le cobaye et la lapine, les dépenses pendant la grossesse vont en diminuant du commencement à la fin.

Séance du 20 Octobre 1906.

M. Ch. Féré a observé, chez un homme de soixante sept ans, une augmentation très remarquable de l'activité des doigts sous l'influence de l'exercice. — **M. N. Gréhan** présente un eudiomètre à eau qui lui a donné de bons résultats dans la recherche et le dosage de H_2O , ClH et CH_4 . — **M. P. Mulon** a constaté que la disparition des corps osmophiles, dans la cellule à lutéine, coïncide avec l'apparition de gouttes grasses de plus en plus volumineuses et pigmentées; pour lui, le corps jaune de gravidité du cobaye constitue une corticale surrénale temporaire. — **MM. C. Nicolle et C. Comte** ont trouvé dans le sang d'un lézard tunisien, le *Mabius vittata*, une hémogrogérine généralement endoglobulaire, qu'ils décrivent sous le nom d'*H. mabius*. — **MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild** montrent que le corps thyroïde contribue à conditionner la chaleur animale, en agissant : 1° sur les échanges interstitiels; 2° sur la contraction musculaire; 3° sur les centres thermiques bulbo-protuberantiels. — **M. Laignel-Lavastine** distingue dans les ganglions solaires, par l'application de la méthode de Cajal, trois variétés de cellules sympathiques : 1° les grandes cellules réticulées; 2° les petites cellules réticulées; 3° les cellules d'aspect fasciculé. — **M. E. Maurel** a constaté que, chez le cobaye, les quantités d'aliments ingérées par la mère augmentent dès le début de l'allaitement et que cette augmentation ne

fait que s'accroître jusqu'à la fin. — **M. L. Alquier** a recherché chez quinze chiens la situation et le nombre des parathyroïdes; neuf seulement ont présenté la disposition classique; plusieurs offraient des parathyroïdes supplémentaires. — **MM. H. Labbé, Lortat-Jacob et Boullaire** ont observé que la toxicité d'emblée des composés iodés est sensiblement deux fois plus forte que la toxicité graduée. La toxicité des composés gras (iodipine et lipiodol) est très faible, mais leur coefficient de diffusibilité est minime. La toxicité des composés volatils est assez élevée. L'iodure, l'iode métalloïdique dans les vasogènes et surtout les composés organiques paraissent être les médicaments de choix.

Séance du 27 Octobre 1906.

M. Ch.-A. François-Frank montre que, pendant l'inspiration, le poulmon des oiseaux (type pigeon) est traversé par une masse d'air empruntée à l'atmosphère et non aux sacs externes, lesquels se remplissent au même moment et par le même mécanisme aspiratif. Pendant l'expiration, la ventilation pulmonaire est à son maximum d'efficacité, l'air provenant de tous les réservoirs aériens étant projeté sous pression, avec un double renforcement initial et terminal, vers le poulmon qui se trouve balayé par un double courant d'air. — **MM. C. Nicolle et C. Comte** ont trouvé, dans le sang du Varan du désert (*Varanus griseus*), une nouvelle hémogrogérine (*H. Borrelli*), remarquable par son peu d'action sur le globe et le noyau de celui-ci. — **MM. M. Doyon, Cl. Gautier et N. Kareff** ont reconnu que le sang sus-hépatique, recueilli sur l'animal vivant, pur de tout mélange, en évitant toute lésion du foie, coagule et qu'il s'y forme de la fibrine. — **MM. H. Roger et M. Garnier** ont recherché les modifications que subit la liquéfaction de l'albumine coagulée quand, dans un suc gastrique artificiel, on fait varier simultanément la teneur en pepsine et en acide chlorhydrique. Aux doses moyennes d'acide, il faut des doses moyennes de pepsine. Quand la proportion d'acide s'élève on s'abaisse en dehors des limites physiologiques, il faut utiliser un excès de ferment. — **M. F. Guéguen**, ayant conservé dans une atmosphère humide, pendant une année, des morceaux de bois portant des Nylaires, a assisté à plusieurs reprises, durant cette période, à l'apparition et au développement de nouvelles clavules. — **MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild** montrent qu'il existe toute une série d'états morbides au cours desquels on rencontre une diminution de chaleur animale et qui sont une manifestation d'hypothyroïdie. — **M. Ch. Féré** a remarqué, chez plusieurs sujets malades ou normaux, une tendance du petit doigt à l'abduction plus ou moins hâtive dans l'extension commune des doigts. — **M. O. Goebel** a constaté que, chez les coqs et les poules, les trypanosomes, inoculés dans les arcanules, persistent pendant deux à cinquante-cinq jours; par un passage unique par l'organisme de la poule, la virulence des parasites pour le cobaye n'est pas modifiée. — **M. G. Billard** montre que l'action inhibitrice de l'huile d'olive sur la sécrétion et la résorption stomacales s'explique par sa très faible tension superficielle et son insolubilité dans l'eau, mais n'infirme pas la théorie de Traube. — **M. E. Maurel** a reconnu que, sous l'influence de l'allaitement, les dépenses de la lapine sont immédiatement augmentées; cette augmentation s'accroît jusqu'au sevrage. — **M. G. Rosenthal**, en ensemençant un tube de Liborius (à collet de gélatine avec une culture d'un anaérobie strict lignifiant, a vu ce dernier se transformer peu à peu, une fois la gélatine entièrement liquéfiée, en aérobie. — **MM. C. Nicolle et Cathoire** signalent l'inconstance de la séro-réaction dans la dysenterie et sa faible intensité lorsqu'elle est positive; de même, les sérums dysentériques expérimentaux ont un pouvoir agglutinant toujours faible. — **M. A. Lagriffoul** a constaté que, pendant la rougeole, il y a, le plus souvent, hyperleucocytose avec polyneu-

écluse pendant les périodes d'incubation et d'invasion. Elle fait place à une hypoleucocytose parfois très marquée, avec mononuclease, pendant la période d'éruption. Dans la rubéole, l'hyperleucocytose de la période d'incubation et d'invasion est suivie d'hypoleucocytose d'une façon bien moins fréquente que dans la rougeole.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 10 Mai 1906 (fin).

MM. F. L. Usher et J. H. Priestley : *Le mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes vertes; la décomposition photolytique de l'anhydride carbonique in vitro*. Les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : 1° La décomposition photolytique de l'acide carbonique aqueux peut avoir lieu en présence de chlorophylle, indépendamment de l'activité vitale ou enzymique, pourvu que les conditions physiques et chimiques nécessaires soient strictement observées. 2° Les produits de la décomposition sont le formaldéhyde et l'eau oxygénée, l'acide formique constituant un produit intermédiaire. 3° Il est possible de reconstruire le processus de photosynthèse en dehors de la plante verte : a) en ce qui concerne la production de formaldéhyde et d'oxygène par l'introduction d'une enzyme catalytique convenable dans le système; b) en ce qui concerne la production d'oxygène et d'amidon par l'introduction, à côté de l'enzyme, de certaines sortes de protoplasme vivant non chlorophyllien. 4° Les auteurs donnent la preuve expérimentale directe que l'acide formique est un produit de la décomposition photolytique de l'anhydride carbonique en présence d'un sel d'uranium inorganique. En présence du même sel, la formaldéhyde n'a pu être isolée et identifiée, mais l'étude des réactions conduit à l'hypothèse qu'elle se forme comme produit transitoire intermédiaire.

Séance du 31 Mai 1906 (fin).

MM. A. du Pré Denning et J. H. Watson présentent leurs recherches sur la viscosité du sang, qui les ont amenés aux conclusions suivantes : 1° La diminution de la viscosité, pour chaque degré d'élévation de la température, est moins marquée pour le plasma que pour le sang; 2° Elle est également moindre pour le sang contenant peu de corpuscules par millimètre cube que pour le sang qui en contient beaucoup; 3° Pour une température et une ouverture capillaire données, une augmentation du nombre des corpuscules cause une augmentation de la viscosité, quoiqu'il y ait lieu de remarquer que : a) avec des tubes à ouverture large, un très grand nombre de corpuscules sont nécessaires pour produire un effet appréciable, tandis que b) avec de faibles capillaires, une légère augmentation du nombre des corpuscules produit toujours une élévation très marquée de la viscosité; 4° Avec un nombre donné de corpuscules, la vitesse de flux à travers un tube quelconque de diamètre inférieur à 3 millimètres est, pour l'intervalle de pressions qui se présente dans les organismes vivants, à peu près directement proportionnelle à la pression; 5° Une augmentation donnée de pression exerce un effet accélérateur beaucoup plus grand sur la vitesse du flux à travers des tubes de fin calibre qu'à travers des tubes d'ouverture plus large; 6° L'influence d'une élévation définie de pression sur le temps d'écoulement est un peu moindre pour le sang à la température de la tièvre que pour le même sang à des températures plus basses; 7° L'influence de la pression est donc plus grande pour un sang contenant un grand nombre de corpuscules que pour un sang qui en contient peu; 8° L'addition de certains réactifs chimiques diminue la viscosité, tandis que d'autres substances peuvent l'accroître.

Séance du 7 Juin 1906 (suite).

MM. J. G. Adams et L. Aschoff : *Sur les myélines, les corps myéliniques et les cristaux fluides potentiels*

de l'organisme. En 1854, Virchow a décrit, sous le nom de myélines, une classe de substances voisines chimiquement du constituant principal de la moelle nerveuse. Depuis lors, on a retrouvé ces corps dans la plupart des organes et dans les conditions physiologiques, pathologiques et autolytiques. Une propriété très caractéristique de la majorité des corps myéliniques, c'est la double réfraction. Par là, ils se rapprochent des cristaux fluides de Lehmann et Schenck, en particulier de ceux des oléates. Les auteurs arrivent à la conclusion que l'acide oléique est un constituant essentiel de la myéline; il semble exister au moins deux variétés différentes de myélines : l'une serait constituée principalement par de l'oléate de cholestéryle, l'autre par de l'oléate de choline.

Communications reçues pendant les vacances.

M. J. Walker décrit une méthode pour déterminer les vitesses de saponification. L'auteur se base sur le changement de conductibilité électrique pour suivre les progrès de l'action d'un alcali caustique sur un éther. La conductibilité de la solution originale tombe à environ le tiers de sa valeur quand la saponification a lieu, et la relation entre le changement de conductivité et la proportion transformée est presque linéaire. L'auteur décrit un procédé pour simplifier le calcul de la constante de vitesse en choisissant d'une façon appropriée la résistance dans le rhéostat. Les lectures peuvent être faites aisément chaque minute, et la méthode est plus simple que la méthode par titration généralement usitée, tout en donnant des résultats aussi exacts. — MM. E. A. Minchin, A. C. H. Gray et F. M. G. Tulloch présentent les premiers résultats de leurs recherches sur la *Glossina palpalis* dans ses rapports avec le *Trypanosoma gambiense* et d'autres trypanosomes. Les observations ont porté : 1° sur des mouches nourries dans le laboratoire par piqûre d'animaux infectés par l'inoculation de fluide cérébro-spinal de patients atteints de la maladie du sommeil, et présentant dans leur sang des trypanosomes à la suite de cette inoculation; 2° sur des mouches capturées dans diverses localités et dans le tube digestif desquelles on constata, par dissection, la présence de certains trypanosomes; ceux-ci offrent deux types distincts, qui ont été caractérisés sous les noms de *Tr. Grayi* et de *Tr. Tullochi*. Les auteurs ont reconnu que la *G. palpalis* peut transporter des trypanosomes au moyen de son proboscis d'un animal infecté à un animal sain; quand la mouche a nettoyé son proboscis en perçant la peau d'un premier animal sain, elle devient inoffensive pour un second. Les trypanosomes introduits dans le tube digestif de la mouche tsé-tsé par piqûre d'un animal infecté au moyen du *Tr. Gambiense* s'y développent en prenant deux formes distinctes, mâle et femelle, puis disparaissent complètement au bout de 72 à 96 heures; il semble qu'ils meurent naturellement et sont digérés. Enfin, les auteurs ont constaté que les trypanosomes découverts dans les mouches capturées dans l'Ouganda, et désignés par eux sous le nom de *Tr. Grayi* et *Tr. Tullochi*, n'ont rien à faire avec la maladie du sommeil et ne sont pas des stades de développement du *Tr. Gambiense*.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

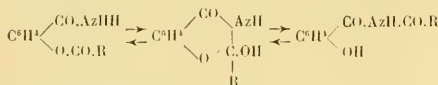
Communications reçues pendant les vacances.

M. Al. Rule a préparé de nouveaux dérivés du dicyclopentadiène : un nitrosobromure; un dérivé éthoxyisotonitrose, en traitant le corps précédent par C_2H_5ONa ; un dérivé oxynitrosé, en traitant le composé pyridique du nitrosoclorure par Ag_2O humide. — M. H. Hens-toek, en nitrant l'éther éthylique du 2-phénanthryle, puis réduisant le dérivé nitré par Sn et HCl , a obtenu un composé aminé qui se laisse diazoter par l'acide nitreux en fournissant le corps $C_{10}H_7O.C_6H_4.N_2SO_3Na$. $6H_2O$. L'éther 3-phénanthrylique réagit de façon analogue; cet éther, traité par CrO_3 , donne une phénan-

thraquinone. — M. G. Smith a préparé le diméthyl- β -naphthylamine-8-sulfonate de potassium $\text{KSO}_3\text{C}^6\text{H}_4\text{Az}$ (Cl^6)² par action du sulfate de diméthyle sur l'acide β -naphthylamine-8-sulfonique. Il a également obtenu des diazoamines avec ce même acide et les chlorures de benzène et de *p*-toluène-diazonium. — M. H. D. Law, en réduisant électrolytiquement les aldéhydes aromatiques, a obtenu des composés du type de l'hydrobenzoïne : $2\text{X}\cdot\text{CHO} + 2\text{H} = \text{X}\cdot\text{CH}\cdot\text{OH}\cdot\text{CH}(\text{OH})\cdot\text{X}$. — Le même auteur a constaté que la vitesse d'une réaction chimique aux électrodes dans une expérience électrolytique peut être représentée par : $dc/dt = K\cdot C\cdot C'$, C et C' étant les concentrations avant et après l'expérience. Quand C' est petit, on peut substituer à C l'équivalent de l'hydrogène et l'on a $1/H \log(H\cdot h) = K$, où H représente l'hydrogène absorbé à un moment quelconque, h l'hydrogène total requis et h la quantité déjà employée. — MM. R. H. Piekard et W. O. Littlebury ont résolu l'ac-tétrahydro-2-naphтол en ses constituants optiquement actifs par cristallisation fractionnée de sa combinaison avec la *l*-menthylcarbamide. Le *d*-ac-tétrahydro-2-naphтол a une rotation de $+28^\circ.2$ dans le chloroforme. — M. S. Ruhemann a observé que les composés que la C-diméthyltétrazoline forme avec CH_3I ne sont pas analogues aux substances correspondantes obtenues avec la tétrazoline. D'autre part, la tétrazoline et son dérivé C-méthylé ne donnent pas des produits de condensation similaires avec les aldéhydes. L'auteur en conclut que les premiers sont de la forme :



— MM. J. Mc Connan et A. W. Titherley ont refait l'étude de la benzoylsalicylamide de Gerhardt, tautomère avec l'az-benzoylsalicylamide et la méthoxazone cyclique correspondante. Les dérivés acylés de la salicylamide sont très labiles et subissent les changements suivants :



L'O-acétylsalicylamide, F. 138°, se transforme rapidement en Az-acétylsalicylamide, F. 147°, la méthoxazone intermédiaire étant trop instable pour exister. Mais l'O-benzoyl-Az-acétylsalicylamide, F. 96°, s'isomérise facilement en Az-acétyl-2 : 2-phénylhydroxybenzo-méthoxazone, F. 106°; il en est de même de l'O-acétyl-Az-benzoyl-salicylamide, F. 124°. — M. G. T. Morgan et M^{lle} F. M. G. Micklethwait, en traitant par l'acide nitreux les arylsulfonylméthadiazamines $\text{R}\cdot\text{SO}_2\text{AzH}\cdot\text{X}\cdot\text{AzH}_2$, ont constaté que leurs chlorures de diazonium ne donnent pas de diazoïmides, mais sont décomposés par l'acétate de sodium en Az et arylsulfonylaminophénols. — MM. A. Senier et P. C. Austin, en faisant réagir CH_3Cl^2 sur l' α -naphthylamine, ont obtenu l'(α Az α), (β Cl β)-dinaphthacridine, F. 189°, triboluminescente : l'action de CH_3Cl^2 sur la β -naphthylamine donne la (β Az β), (α Cl α)-dinaphthacridine, non triboluminescente. Avec le chlorure de benzal et l' α -naphthylamine, on obtient l' α -phényldinaphthacridine, F. 229°; avec la β -naphthylamine, il se forme la β -phényldinaphthacridine, F. 301°.5. — MM. J. B. Cohen et H. P. Armes ont étudié la rotation optique des éthers méthyliques des acides 2 : 4, 2 : 6 et 3 : 5-dinitrobenzoïques isomères. Le composé diortho a la plus forte rotation moléculaire : $M_D = -642^\circ$ et le composé dimétho la moindre : $M_D = -246^\circ$. L'autre composé a $M_D = -470^\circ$. — MM. J. B. Cohen et H. D. Dakin ont reconnu que le 2 : 3 : 4 : 5-tétrachlorotoluène formé par chloration du 2 : 4 : 5-trichloronitrotoluène est identique à celui qu'on obtient par chloration du 3 : 4 : 5-trichlorotoluène. — M^{lle} A. Higson et M. J. H. Thorpe ont

constaté que les cyanohydrines des aldéhydes et des cétones réagissent facilement à froid avec le cyano-acétate d'éthyle sodé formant les dérivés sodés des sels d'cyanohydriniques : $\text{C}^6\text{H}_5\text{CO}^2\cdot\text{C}(\text{CAz})_2\text{Na} + \text{HO}\cdot\text{C}(\text{CAz})\text{RR}' = \text{C}^6\text{H}_5\text{CO}^2\cdot\text{C}(\text{CAz})_2\text{Na}\cdot\text{C}(\text{CAz})\text{RR}' + \text{H}_2\text{O}$. Les sels d'éthyle, mis en liberté par les acides, sont convertis par hydrolyse dans les dérivés correspondants de l'acide succinique. — M. H. H. Robinson a étudié la gomme du *Cochlospermum gossypium*, hydrolysée par l'acide sulfurique dilué, elle donne un acide dibasique, $\text{C}^6\text{H}^3\text{O}^4$, l'acide gonduque, soluble dans l'eau, donnant des sels par addition. Des liqueurs de l'hydrolyse, on extrait, en outre, deux sucres, le xylose et un hexose, probablement le galactose. La gomme originale fournit encore 14% d'acide acétique et un acide qui donne une gelée avec l'eau, l'acide α -cochlospermique. — MM. A. E. Dunstan et J. T. Hewitt pensent que, dans le chauffage de la chrysanthine avec HCl, c'est le groupe AzH^2 du noyau de l'acridine qui est remplacé par OH, et que le chrysophénol obtenu est une 2-hydroxy-5-*p*-aminophénylacridine. Cette base donne un dérivé diacétylé, qui est converti par le sulfate de diméthyle en sel d'ammonium quaternaire; la désacétylation de ce dernier fournit une base qui est peut-être le 2-hydroxy-5-*p*-aminophényl-10-méthylacridanol-5. — MM. R. H. Piekard et J. Yates ont observé que le *d*- Δ^2 -dihydro-1-naphthoate de sodium est transformé en solution aqueuse, en présence d'ions OH, en sel de l'acide Δ^1 . Le pouvoir catalytique des bases est à peu près proportionnel à leur conductivité électrique. — M. E. L. Rhead propose de déterminer le cuivre par titration avec une solution étalon de trichlorure de titane en présence de thiocyanate de K. Les sels cupriques sont réduits et le Cu précipité à l'état de thiocyanate cuivreux; la fin de la réaction peut être rendue plus distincte par l'addition d'un sel ferreux, qui produit une coloration rose tant qu'il y a un sel cuprique présent. — M. R. Meldola, en traitant les nitro-bromo ou diméthoxy-naphthalènes par des amines $\text{R}\cdot\text{CH}^3\text{AzH}_2$, a obtenu des α -Az-alkylnaphthylamines. — M. E. A. Werner, en étudiant l'action de l'iode sur la thiocarbamide en solution aqueuse, a obtenu incidemment un iode de potassium tétrathiocarbanidé (CSAz^2H^3)²KI, en longues aiguilles, F. 189°-190°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 10 Octobre 1906.

MM. O. Silberrad et R. C. Farmer ont étudié la détérioration graduelle de la nitrocellulose pendant sa conservation. L'examen externe de la poudre donne généralement peu de renseignements sur le degré de modification qu'elle a subie, à moins que celle-ci ne soit très prononcée; dans ce cas, les signes physiques de la détérioration sont : l'odeur de AzO^2 formé par décomposition, l'attaque des matériaux qui enveloppent la poudre, la variation de coloration et d'état physique. Au point de vue chimique, la détérioration est accompagnée : 1° par une perte continue de poids; 2° par une perte d'azote; 3° par une augmentation de la matière soluble dans l'éther-alcool; 4° par une augmentation légère des substances insolubles dans l'acétone; 5° par une augmentation des matières solubles dans l'eau; 6° par une diminution dans l'essai à la chaleur. La détérioration est accélérée auto-catalytiquement par les oxydes et oxy-acides de l'azote produits dans la décomposition. L'humidité et l'élévation de température favorisent beaucoup la détérioration.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les médailles de la Société Royale de Londres. — Le jour où paraîtront ces lignes se tiendra, à Londres, la séance anniversaire annuelle de la Société Royale, dont l'un des grands événements sera, comme toujours, la remise des médailles que cette illustre Compagnie décerne chaque année à des savants éminents. Voici, d'après notre confrère anglais *Nature*, les titulaires choisis par le Conseil de la Société pour ces hautes récompenses :

Médaille Copley : M. E. Metchnikoff, sous-directeur de l'Institut Pasteur de Paris, pour ses importantes recherches dans le domaine de la Zoologie et de la Pathologie, bien connues de nos lecteurs, auxquels l'auteur les a maintes fois exposées dans ces colonnes ;

Médaille Rumford : M. H. L. Callendar, dont les travaux expérimentaux sur la chaleur sont connus et appréciés de tous les physiciens ;

Médailles Royales : M. A. G. Greenhill, pour ses contributions à la science mathématique, en particulier en ce qui concerne les fonctions elliptiques et leurs applications, et M. D. H. Scott, pour ses belles découvertes relatives à la structure et aux relations des plantes fossiles ;

Médaille Davy : M. R. Fittig, professeur à l'Université de Strasbourg, pour ses importants travaux de Chimie organique, en particulier sur les lactones et les acides ;

Médaille Darwin : M. H. de Vries, professeur à l'Université d'Amsterdam, pour l'importance et la haute signification de ses recherches expérimentales sur l'hérédité et la variation ;

Médaille Hughes : M^{me} W. E. Ayrton, pour ses études expérimentales sur l'arc électrique et sur les ondulations du sable.

Faisons remarquer, à propos de cette dernière attribution, que c'est la première fois qu'une distinction de la Société Royale est décernée en propre à une femme (la Médaille Davy pour 1903 avait été remise à M. et M^{me} Curie conjointement). Bien que plusieurs des travaux de M^{me} Ayrton aient été exécutés dans le laboratoire de son mari, au Collège technique central de Londres, la conception et la réalisation des expériences,

ainsi que les spéculations théoriques auxquelles les résultats ont servi de base, lui sont personnelles. Les savants anglais ont ainsi voulu reconnaître officiellement la faculté, pour la femme, de concevoir et de poursuivre des recherches scientifiques personnelles. C'est sans doute au même mobile qu'ont obéi les professeurs de l'Université de Paris en présentant, et le Ministre de l'Instruction publique en nommant M^{me} Curie à la chaire de Physique générale de la Sorbonne. « La conséquence logique de ces deux faits, ajoute *Nature*, devrait être l'éligibilité des femmes aux grandes sociétés savantes ». De quel côté du détroit viendra l'exemple ?

§ 2. — Mathématiques

A propos de la Logistique. — Nous recevons de M. J. Richard, professeur au Lycée de Dijon, la lettre suivante :

« Monsieur le Rédacteur,

« Je fais les réflexions suivantes à propos de l'article de M. Hadamard sur la *Logistique* et la notion de nombre entier¹ :

« 1^o M. Peano a imaginé une sorte d'Algèbre de la Logique : il l'emploie, comme on emploie l'Algèbre, pour écrire des propositions et les déduire les unes des autres d'après des règles fixes. Il n'a jamais eu, je pourrais le prouver par des citations nombreuses, l'idée de suppléer, par cette Algèbre, aux notions premières de la science, celle de nombre par exemple. Si donc d'autres l'ont fait, et ont ainsi détourné de son objet propre le système de notations imaginé par M. Peano, ce dernier n'en est pas responsable.

« 2^o La notion d'unité est inséparable de celle de classe. On donne d'abord des noms à chaque objet, et *logiquement* la notion de nom propre précède celle du nom commun. Les objets ont chacun un nom : Pierre, Paul, le Soleil, Vêga, Sirius. Il est certain que le mot *Etoile* a précédé le mot *Sirius*, mais je parle de l'ordre logique, non de l'ordre historique. Puis, certains individus possédant un caractère commun, on leur donne un nom commun :

¹ Voir la *Revue* du 30 octobre 1906, t. XVII, p. 906.

« Pierre est un homme, Paul est un homme. Le Soleil est un astre, Véga est un astre, Sirius est un astre. Le mot un apparaît ainsi avec l'idée de classe, la classe des hommes, la classe des astres.

« C'est là, dirait-on, l'article indéfini, non un nom de nombre. C'est là une subtilité. Le Soleil, Véga, Sirius sont trois astres. Trois est bien un nombre.

« 3^e L'ne question se pose au sujet de la Logique. Le raisonnement est-il fondé sur l'intuition ou sur des règles ?

« S'il est fondé sur l'intuition, comment critiquer un raisonnement ? L'intuition est personnelle et incommunicable. On ne peut disputer des goûts et des couleurs ; on ne peut disputer des démonstrations si elles sont intuitives. Vous dites : Le Postulat d'Euclide n'est pas démontrable. Cela n'a pas de sens ; il ne l'est peut-être pas pour vous, il peut l'être pour moi, si j'en ai l'intuition.

« S'il est fondé sur des règles, d'où viennent ces règles ? Pour sortir de cette difficulté, examinons une démonstration, celle d'un théorème de Géométrie, par exemple. On passe des hypothèses à la conclusion par une série de petits raisonnements, appelés souvent implications, ou inférences. Ils ont la forme suivante : « A est vraie, donc B est vraie, en vertu de tel théorème, ou de tel axiome, ou de telle définition. » Les principes permettant de faire le raisonnement sont donc les théorèmes, les définitions, les axiomes. Ils font partie de la science étudiée, non d'une science spéciale appelée Logique. La Logique n'a pas de principes ; elle étudie les manières dont on raisonne, elle ne les justifie pas.

« 4^e Je dois dire mon avis concernant le principe d'induction. Il est une sorte d'intuition logique. Avoir l'intuition d'un raisonnement, c'est se rendre compte de la façon dont il se fait, sans le faire effectivement. Une proposition P est vraie de *un*. Si elle est vraie d'un nombre, elle l'est du suivant. Pour la démontrer du nombre 1.000, je dis : « P est vraie de 1, donc P est vraie de 2 ; P est vraie de 2, donc de 3 ; P est vraie de 3 donc de 4. En continuant ainsi, au bout de 999 implications, on arrive à « P est vraie de 999, donc P est vraie de 1.000 ». Je conçois très bien mes 999 inférences sans les faire. C'est là ce que je nomme intuition logique.

« 5^e Dans les cours de Philosophie, la Logique est souvent mal enseignée. Elle se partage en Logique formelle et Méthodologie. Comme type de raisonnement en Logique formelle, on cite le sortit du Renard de Montaigne : Près d'un ruisseau gelé, le Renard entend un petit bruit. Il se dit : « Ce qui fait du bruit remue ; ce qui remue n'est pas gelé ; ce qui n'est pas gelé est liquide ; ce qui est liquide ne peut supporter un poids ; donc ce ruisseau ne peut me porter ». Ce raisonnement ne vaut rien. Une locomotive fait du bruit, même sans remuer ; elle remue, sans être liquide, et supporte très bien un fardeau.

« Les règles de la Logique formelle n'ont presque rien à voir avec les vrais raisonnements. En ce qui concerne la Méthodologie, elle est forcément vague, les auteurs ne pouvant, cela se conçoit, entrer dans le détail des méthodes particulières à chaque science.

« Il y a cependant, je dois le dire, quelques bons traités faisant exception.

« Pour apprendre la Logique, le mieux est d'étudier la Géométrie.

« Veuillez agréer, etc.

« J. Richard. »

Professeur au Lycée de Dijon.

§ 3. — Astronomie

Distribution des nébuleuses. — Dans les *Astronomische Nachrichten* n° 3969, M. Easton discute la distribution des nébuleuses par rapport au système galactique.

Les recherches, commencées avec l'idée généralement admise que, non seulement les nébuleuses ne se

trouvent qu'à une certaine distance de la Voie lactée, mais qu'elles paraissent beaucoup plus nombreuses aux pôles galactiques, confirment cette idée pour l'hémisphère boréal et la remettent en discussion en ce qui concerne l'hémisphère austral. M. Easton montre que c'est par suite du manque d'observations que l'on a été amené à croire à la rareté des nébuleuses dans l'hémisphère sud, et qu'en fait il n'en est rien.

Les nombres suivants montrent que, quoique cela soit vrai pour les faibles nébuleuses, l'inverse se produit pour les brillantes :

Zone galactique boréale		
	SUD DE L'ÉQUATEUR	NORD DE L'ÉQUATEUR
Nébuleuses faibles . . .	754	1.013
— brillantes . . .	152	71

Ce qui conduit à la conclusion que les nébuleuses de l'hémisphère austral ne sont pas disposées suivant la même loi que celles de l'hémisphère boréal.

§ 4. — Physique du Globe

Double halo. — Le 26 mai 1906, on pouvait apercevoir, de l'Observatoire de Besançon, un halo ordinaire entouré d'un halo elliptique tangent au premier aux deux extrémités du diamètre passant par le zénith. L'existence de ce halo fut constatée, à 9^h du matin, par M. Poutignat, météorologiste à l'Observatoire ; mais le phénomène n'était encore que partiel : le ciel était voilé de cirro-stratus, le thermomètre marquait +17°, et la hauteur barométrique de 742 millimètres dépassait la moyenne de 9 millimètres environ.

Le phénomène fut complet à 10^h et M. Paul Brück fit quelques mesures intéressantes sur l'étendue des contacts et des arcs séparés : bientôt, à 10^h30^m, le ciel se couvrait d'alto-anulus et le phénomène disparaissait entièrement. Dans les régions où les deux halos se confondaient, les couleurs avaient une intensité exceptionnelle, avec la gamme complète et le violet en dehors : il n'y avait pas de coloration, au contraire, dans les zones où le halo elliptique se séparait nettement du cercle.

§ 5. — Physique

Identité des rayons α issus des corps radio-actifs. — M. E. Rutherford, à qui l'étude des corps radio-actifs est redevable de contributions de premier ordre, vient de soumettre à un nouvel examen la nature des rayons α émis par l'uranium, le radium, le thorium et l'actinium, ainsi que par leurs produits de transformation successifs, en nombre différent pour chacun d'eux, et qui, pour le radium, par exemple, aboutissent au radium F, identique au polonium.

La méthode d'investigation employée par M. Rutherford consiste dans la détermination de la déviation des rayons par leur passage entre deux plaques très voisines, dont la différence de potentiel est de l'ordre de 500 volts. Pour empêcher la décharge, l'appareil est placé en entier dans un vide très parfait.

La théorie de l'expérience montre que la mesure des déviations conduit directement à la connaissance de la quantité mv^2/e ; et, combinant ce résultat avec la valeur, connue par d'autres expériences, de mv/e , on trouve v et e/m .

La vitesse des particules α est de l'ordre de 10^9 cm/sec. La valeur de e/m est pratiquement la même pour tous les rayonnements examinés, ce qui conduit l'auteur à formuler les résultats de ses études dans les termes suivants :

« Nous pouvons raisonnablement conclure que les particules α émis par les divers éléments radio-actifs ont la même masse dans tous les cas.

« Ce résultat est important, car il montre que l'ura-

nium, le thorium, le radium, l'actinium, qui se comportent comme des éléments chimiquement distincts, possèdent un commun produit de transformation. La particule α constitue l'une de ces unités fondamentales de la matière, au moyen de laquelle les atomes de ces éléments sont construits.

Si l'on se souvient que, au cours de leur transformation, le radium et le thorium expulsent chacun cinq particules α , l'actinium quatre, l'uranium une, et que, de plus, le radium est, selon toute probabilité, un produit de transformation de l'uranium, on voit que la particule α est un constituant fondamental des éléments radio-actifs. J'ai montré quel rôle important les particules α jouent dans les phénomènes radio-actifs. En comparaison, celui des rayons β et γ est tout à fait secondaire.

La valeur de $e m$ laisse un peu d'incertitude dans l'interprétation de la nature chimique des rayons α .

M. Rutherford donne des raisons de repousser l'hypothèse suivant laquelle ils seraient constitués par de l'hydrogène. La présence constante de l'hélium dans les corps radio-actifs rendrait l'identité avec ce dernier gaz plus probable. Mais alors, il faut admettre que, dans les rayons α , les atomes d'hélium possèdent une charge ionique double. M. Rutherford ne voit pas de difficultés à cette hypothèse; les rayons α sont des ioniseurs excellents, et les particules qui les constituent peuvent s'ioniser elles-mêmes par le fait des chocs intenses qu'elles subissent au contact des molécules matérielles.

A ces considérations, l'auteur ajoute un calcul de l'âge des minéraux radio-actifs, fondé sur la connaissance de leur vitesse de transformation, et sur la mesure de la quantité d'hélium qu'ils contiennent, et qu'il suppose, à la limite, resté emprisonné en entier, depuis le début de leur décomposition. Il arrive ainsi, pour la fergusonite et pour la thorianite, à l'âge énorme de 400 millions d'années, qui dépasse de beaucoup les autres estimations relatives à l'évolution des phénomènes terrestres.

Une telle évaluation ne serait pas pour déplaire aux biologistes, qui appuient l'évolution organique sur l'idée de très longues périodes. Cependant, on peut se demander si le calcul de M. Rutherford est suffisamment motivé; si, par exemple, l'hélium n'a pas été enmagasiné dans les minéraux aux dépens de matières entièrement décomposées. Dans cette idée, les minéraux examinés auraient contenu, à des époques très reculées, de bien plus grandes quantités de matières radio-actives qu'aujourd'hui, ce qui diminuerait la nécessité d'aussi longues périodes pour la production de l'hélium qu'ils renferment. Ce procédé bien inattendu de calcul des périodes géologiques n'en est pas moins très remarquable, et semble mériter un examen approfondi.

§ 6. — Chimie physique

Sur les relations entre le pouvoir d'absorption par rapport à l'énergie radiante et la condition chimique des corps. — Dans une conférence qu'il vient de faire¹, M. A. Byk expose les relations qui existent entre le pouvoir d'absorption par rapport à l'énergie radiante et la condition chimique des corps.

Suivant les vues avancées par Maxwell, Sellmeier, Helmholtz et Ketteler, les particules ultimes des corps seraient mises en vibration par les impulsions périodiques de la lumière incidente; le frottement produit par ce mouvement serait cause de la destruction de l'énergie lumineuse, c'est-à-dire de l'absorption de la lumière. La diversité même des vibrations propres des molécules serait cause de l'absorption sélective des différents corps, c'est-à-dire de leur couleur. Les rapports entre l'absorption de la lumière et la condition

moléculaire n'ont pu être établis qu'après avoir élucidé, pour la Chimie organique, la constitution des molécules si compliquées des matières colorantes, et, pour les corps inorganiques, qu'après avoir donné dans le système périodique une base solide à une étude comparative des propriétés physiques des différents éléments. D'après M. Witt, il convient de distinguer dans les molécules des matières colorantes entre les groupes chromophores et auxochromes (essentiellement OH et AzH²); la double liaison du carbone semble être caractéristique des premiers. Dans l'infra-rouge, on n'a pas réussi jusqu'ici à établir de groupes chromophores; d'après M. Zsigmondy, les groupes OH et AzH² sembleraient jouer ici encore le rôle d'auxochromes, et, suivant Brude, l'hydroxyle OH serait caractéristique de l'absorption sélective même dans les vibrations électriques. Dans l'ultra-violet, l'absorption, suivant Hartley, est liée à l'aggrégation de trois liaisons doubles formant un anneau, comme dans le noyau du benzène. Quant à la nuance de la coloration, à la position de la bande d'absorption dans le spectre, de récentes recherches ont fait voir l'intensification de la couleur qui s'établit en séries homologues par les substitutions de groupes à poids moléculaires croissants. Tout en étant également liée à la constitution, la couleur dans les composés inorganiques est due, non pas au groupement des atomes, mais aux caractères individuels des éléments, à leur poids atomique et à leur nature électro-positive ou électro-négative. Les spectres d'absorption des vapeurs métalliques incandescentes, identiques, suivant la loi de Kirchhoff, avec les spectres d'émission, font voir une relation bien marquée avec le poids atomique et la position du métal dans le système périodique. Dans la Chimie organique, les accroissements du poids moléculaire tendent également, toutes choses étant d'ailleurs égales, à intensifier les teintes. Ces régularités sont si typiques qu'on peut se servir des séries spectrales, surtout dans le cas d'une décomposition magnétique, pour déterminer, comme l'a fait M. Runge pour le radium, des corps simples. Pour les composés inorganiques, on a constaté cette loi que, dans les combinaisons binaires des éléments d'une série verticale du système périodique avec un même élément, la couleur augmente d'intensité à mesure que le poids atomique s'accroît. Dans les composés binaires organiques, les ions électrolytiques jouent un rôle important.

Chaque ion, en solution diluée, en tant qu'il existe comme tel, possède une absorption caractéristique, entièrement indépendante de la présence d'autres ions. La couleur du composé est déterminée simplement par l'addition des absorptions respectives des deux ions constitutifs; aussi, dans le cas d'un acide incolore, elle dépend uniquement de la couleur du métal. Ce dernier, il est vrai, ne possède de coloration propre, même en solution entièrement dissociée au point de vue électrolytique, qu'en tant qu'il constitue un ion indépendant de la même valeur. Or, tel n'est pas le cas, par exemple, des sels multicolores du chrome trivalent, dont la couleur est, au contraire, déterminée par des influences constitutives.

Une absorption d'un autre genre est déterminée par la conductibilité électrique. La liaison qui existe entre la conductibilité et l'absorption découle immédiatement de la théorie électro-magnétique de la lumière, confirmée, pour la région des ondes infra-rouges, par les récentes expériences de MM. Hagen et Rubens. Dans ces cas, la question présente se réduit à celle qui est relative aux rapports entre la conductibilité électrique et la constitution chimique. Si la conductibilité est une fonction périodique du poids atomique, il existe, même dans ce cas, une liaison entre l'absorption et la constitution chimique, liaison qui, il est vrai de le dire, est différente, en l'espèce, de celle dont il vient d'être question. Les vues fondamentales de la théorie électromagnétique impliquent une relation entre l'absorption des corps et le reste de leurs propriétés optiques, telles que la dispersion de l'indice de réfrac-

¹ Voir *Zeitschrift für Beleuchtungswesen*, n° 21, 1906.

tion, la polarisation rotatoire naturelle ou magnétique, propriétés qui on attribue aux mouvements des électrons. En se plaçant à ce point de vue, il conviendra de confronter les lois additives bien connues de Landolt-Bruhl, par rapport à la réfraction moléculaire des corps incolores, avec les expériences qu'on a faites dans les régions de l'infra-rouge et de l'ultra-violet, au sujet des relations entre l'absorption et la constitution. Ceci est encore vrai de la rotation naturelle du plan de polarisation. En continuant dans cette voie, on finirait par réduire les relations entre tous les phénomènes optiques et leur composition à des rapports entre l'absorption lumineuse et la constitution chimique. Comme les propriétés optiques des corps sont déterminées par les ombres propres des électrons, on pourra s'attendre, à la suite de ces recherches, à d'intéressantes contributions à la théorie de la constitution des particules ultimes des milieux étendus.

§ 7. — Chimie industrielle

Utilisation des levures usées. — La fabrication de la bière laisse, entre autres, comme résidu une grande quantité de levure épuisée, dont les brasseurs sont souvent embarrassés de tirer profit. Deux techniciens anglais, MM. P. Schidrowitz et F. Kaye, viennent d'étudier cette question¹ et ont été amenés à recommander spécialement deux procédés d'utilisation des levures usées : la distillation destructive et la conversion directe en un engrais sec.

La distillation destructive de la levure fournit quatre produits principaux : une liqueur aqueuse contenant surtout de l'ammoniaque, un goudron épais, un grand volume de gaz et une sorte de coke. Les rendements en ces différents produits varient suivant le mode de chauffage : quand la production de liqueur ammoniacale est faible, celle de goudron est élevée, et vice-versa. Les résultats obtenus avec la levure lavée sont inférieurs à ceux que donne la levure non lavée. Quand on opère sur une grande échelle, une cornue à gaz est préférable à un alambic. Une fournée de levure séchée grossièrement, distillée dans une cornue, a donné : liqueur, 25 % ; goudron, 7,6 % ; coke, 48,8 %, ces résultats étant calculés sur la levure sèche. La liqueur contient 6 % d'ammoniaque. Le goudron ressemble au goudron d'os, mais paraît supérieur ; soumis à une nouvelle distillation, il fournit 1,8 % d'ammoniaque et un résidu ressemblant à la poix de stéarine. Les gaz dégagés sont combustibles et peuvent être employés pour chauffer les cornues ; ils contiennent une forte proportion d'ammoniaque, — 7,4 kilogs par tonne de levure sèche dans le cas actuel, — qui peut être enlevée par lavage. La quantité totale d'ammoniaque dans les produits précédents s'est élevée à 26 kil. 4 par tonne de levure sèche. Le coke contient d'importantes quantités d'azote, de phosphore et de potasse.

Les expériences sur la conversion directe de la levure épuisée en engrais ont été faites d'après le procédé de J. L. Baker², dans lequel le séchage, qui est le problème le plus difficile dans le traitement des levures usées, est facilité par l'addition d'une petite quantité d'acide sulfurique et la neutralisation partielle de ce dernier par adjonction de chaux. La masse devient poreuse et volumineuse, après quoi elle est facilement séchée dans des fours ouverts et moulue. Cent tonnes de levure pressée donnent environ 30 tonnes de produit, contenant 8 à 9 % d'ammoniaque.

Les auteurs ont déterminé les frais de traitement de la levure par ces procédés et les profits qu'on peut en retirer. Etudiant, d'autre part, les quantités disponibles de levure usée dans diverses régions de l'Angleterre, ils arrivent à la conclusion qu'aucun procédé de trai-

tement ne sera réalisable sans la coopération étroite de tous les brasseurs.

§ 8. — Sciences médicales

Recherches nouvelles sur les propriétés désinfectantes de quelques substances. — Deux savants allemands, MM. H. Bechhold et P. Ehrlich, viennent de se livrer à d'intéressantes expériences sur les rapports entre la constitution chimique et l'action désinfectante de certains corps³. Leurs recherches ont porté sur le phénol, ses dérivés et quelques substances homologues, et l'action germicide a été étudiée principalement sur le bacille de la diphtérie, mais aussi sur d'autres bactéries pathogènes (colibacille, bacille pyocyanique, typhique, streptocoque et staphylocoque).

On a trouvé que l'introduction des halogènes (chlore et brome) dans la molécule du phénol augmente l'action désinfectante de ce dernier : une molécule de monobromophénol a le même effet sur le bacille de la diphtérie que 500 molécules de phénol. Le pouvoir bactéricide est aussi augmenté par l'introduction de groupes alkylés dans le phénol ou ses dérivés halogénés, et aussi par l'union de deux résidus phénoliques, soit directement, soit au moyen de radicaux tels que CH_2 , CHOH , CHOCH , CHOC^2H_5 . L'union de deux résidus phénoliques par un groupe CO ou SO^2 , ou l'introduction d'un groupe COOH dans la molécule de phénol, a un effet fâcheux sur le pouvoir désinfectant.

D'autre part, un savant anglais, MM. W. Blyth, a cherché à déterminer l'influence qu'exerce la présence de matière organique, même en faible quantité, sur le pouvoir germicide des désinfectants de la classe du phénol (phénol, crésols, résorcinol, pyrogallol, etc.)⁴. Il a constaté que les phénols supérieurs subissent une grande diminution d'efficacité quand ils sont mélangés avec de la graisse, de l'albumine, des fèces ou de l'urine ; l'influence est moindre dans le cas du phénol même.

Rôle des urines typhiques dans la propagation de la fièvre typhoïde. — Depuis les travaux du Professeur Bouchard, on sait que l'urine des typhiques contient souvent des bacilles d'Eberth (20 à 25 % des cas). M. Ch. Lesieur (de Lyon) vient de faire⁵ de nouvelles recherches sur ce sujet et il a trouvé le bacille typhique chez 45 % de ses malades. Il a même insisté sur ce qu'il appelle l'éberthurie persistante, c'est-à-dire sur la présence du bacille d'Eberth chez des typhiques convalescents et même guéris.

Ce fait donne l'explication pathogénique de certaines épidémies d'origine hydrique et rend compte de la dissémination du germe morbide. Il convient donc de pratiquer systématiquement la désinfection de l'urine des typhiques, avant et après son émission, par l'absorption de certains antiseptiques vésicaux (urotropine, helmitol), par des lavages vésicaux à base de sublimé ou de permanganate de potasse, enfin par le nettoyage soigneux des baignoires et l'addition aux urines d'une solution de sulfate de cuivre à 50 %.

Mais il faut encore faire plus, pour préserver les agglomérations de la contagion possible ; il faudrait peut-être, suivant les conseils du Professeur Courmont (de Lyon), substituer à l'alimentation en eau de source, dont la surveillance est pour ainsi dire impossible, l'alimentation en eau artificiellement purifiée à l'arrivée et assurer, par la construction d'égouts d'après le système séparatif, le transport et la destruction chimique de toutes les matières nuisibles. Il semble, en effet, que les champs d'épandage, tels qu'ils sont pratiqués à Paris, ne peuvent être que des foyers de contagion.

¹ Journ. Inst. Brewing, 1906, t. XLII, p. 450-463.

² Brevet anglais n° 7.921 1903 : J. of the Soc. of Chem. Ind., 1904, p. 334.

³ Zeitschr. für physiol. Chem., 1906, t. XLVII, p. 473-499.

⁴ Analyst, 1906, t. XXXI, p. 150-153.

⁵ Hyg. génér. et appliq., 1906, p. 557.

§ 9. — Géographie et Colonisation

Le Musée colonial de Haarlem. — Dans une intéressante Notice¹, le savant directeur du Musée colonial de Haarlem, M. le Dr M. Greshoff, vient de mettre en évidence le rôle joué par cet établissement dans l'éducation coloniale en Hollande. Après avoir rappelé la description détaillée² que la *Revue* avait donnée de ce Musée, il cite l'étude plus récente de MM. Mugeot et Delmas, chargés de mission du Ministère du Commerce, en 1902, et celle, plus récente encore, de M. Mercier, sur l'*Enseignement colonial élémentaire à l'étranger* (1905). Toutes ces descriptions montrent bien le développement progressif de cette institution, fondée en 1871, et dont les collections n'ont pas cessé de s'enrichir en même temps que grandissait son rôle dans l'éducation du peuple hollandais.

Tout en restant dans son cadre modeste, ce Musée a su attirer l'attention du public et gagner la confiance des colonaux. Cela tient sans doute à plusieurs raisons. D'abord à ce que, malgré l'abondance des documents dont elle disposait, la Direction a su éviter l'encombrement des collections par des objets inutiles, ce dont il faut la féliciter sans réserves. Pas trop d'objets ethnographiques; juste assez pour apporter un peu de vie dans les collections de produits. L'aspect extérieur des collections y est très soigné: on a voulu qu'elles soient claires, agréables à l'œil et faciles à l'étude. Les différents produits y sont nettement et systématiquement séparés; cette méthode est, d'ailleurs, facilitée par la disposition du Musée, qui est composé d'une série de salles relativement petites. Il semble, c'est du moins l'opinion du Dr Greshoff et je la crois fondée, que ces chambres distinctes et de faibles dimensions stimulent davantage la curiosité du public, retiennent mieux l'attention et permettent plus une étude intime que de vastes salles qu'on inventorie d'un coup d'œil rapide.

La Bibliothèque a suivi le développement du Musée; elle est surtout riche en ouvrages d'économie coloniale. Peu de journaux; quelques périodiques; de nombreuses monographies sur les cultures et les industries coloniales.

Les études systématiques se font dans une « chambre zoologique » et une « chambre botanique ». Mais c'est surtout grâce à un laboratoire de Chimie, fondé en 1878, parfaitement aménagé et cité souvent comme un modèle du genre, que le Musée colonial peut fournir à l'industrie et au commerce des renseignements exacts. Enfin, le Musée possède à Amsterdam, au Bureau des renseignements commerciaux, près de la Bourse, une chambre spéciale pour l'exposition de nouveaux produits.

Parmi les publications récentes du Musée, citons un *Bulletin* sur les bois de fer (1898), sur l'indigo (1899), sur les fibres de Java (1904), une monographie sur les tissus indiens (1903), sur l'usage du hétel (1904), un livre commémoratif du naturaliste Rumphius (1902).

En 1904, il a été écrit 2.181 lettres par le Musée; ce qui montre l'activité des relations de cet établissement avec les colonies et la métropole.

Nous avons insisté ici sur la propagande coloniale faite dans les écoles hollandaises à l'aide d'albums et de collections. Ajoutons qu'aujourd'hui on trouve dans 700 écoles des Pays-Bas un petit musée colonial commencé avec une collection de l'établissement de Haarlem.

On est donc en droit de dire que ce Musée, né de l'initiative privée, mais fortement appuyé par l'Etat et les Sociétés coloniales, a réussi dans son double rôle scientifique et pratique. Il est juste de reconnaître que ce beau résultat a été atteint grâce surtout à l'activité de son directeur actuel, M. le Dr Greshoff, et à l'habileté de son vénéral prédécesseur, M. von Eden.

En terminant sa trop courte Note, M. Greshoff nous invite sur un ton lyrique à visiter le Musée de Haarlem: « Venez, dit-il, au printemps, quand les tulipes et les jacinthes sont en fleur. Venez en été, quand Landvoort-les-Bains vous offre un fortifiant repos. Venez en automne, quand le paysage de la Hollande a sa couleur dorée, Venez même en hiver dans notre Musée, y chercher un reflet de la lumière tropicale. » C'est bien tentant, même pour ceux qui l'ont déjà vu.

E. CAUSTIER.

Professeur de Sciences naturelles
aux Lycées Saint-Louis et Henri IV.

§ 10. — Enseignement

A la Sorbonne: le premier cours de M^{me} Curie. — C'est le 5 novembre que, pour la première fois, une femme a professé dans une chaire magistrale de la Sorbonne. On sait que M^{me} Curie a succédé à son mari dans cette chaire de Physique générale qui avait été créée pour lui et où il n'a fait que passer. Elle avait partagé les travaux et la gloire de Pierre Curie; aussi la décision du Ministre lui confiant cet enseignement fut-elle approuvée de tous.

Dans sa première leçon, M^{me} Curie a exposé la théorie des ions et traité de la radio-activité. Cette inauguration avait attiré à la Sorbonne une foule nombreuse, trop nombreuse même pour l'amphithéâtre de Physique où avait lieu le cours.

A cette occasion, un groupe de dames avait voulu offrir à M^{me} Curie un « livre d'or » en témoignage de la reconnaissance des femmes de France. Mais M^{me} Curie, dont on connaît la modestie, a refusé ce souvenir, en demandant qu'il fut remis au Vice-Recteur de l'Académie de Paris.

An Collège de France. — L'Assemblée des professeurs de cet établissement vient de choisir le titulaire des conférences instituées par la Fondation Claude-Antoine Peccot, en faveur des hautes études mathématiques. Ce titulaire, aux termes mêmes de cette fondation, déjà ancienne, ne doit pas être âgé de plus de trente ans. Il a été décidé, sous la réserve de certaines conditions d'horaire, que ces conférences seraient confiées à M. Pierre Boutroux, maître de Conférences à l'Université de Montpellier et fils du philosophe, membre de l'Institut.

Depuis la Fondation Peccot, sont passés dans cette chaire de jeunes savants dont les connaissances spéciales en Mathématiques avaient été remarquées. Nous citerons parmi eux MM. Baire, Emile Borel, Henri Lebesgue et Servant, dont le cours n'est pas encore terminé. Suivant un arrangement pris par le Collège de France, M. Servant continuera son cours jusqu'à la fin de décembre, et M. Boutroux ouvrira le sien en janvier.

¹ Dr M. GRESHOFF: Rôle du Kolonial Museum de Haarlem dans l'éducation coloniale en Hollande. *Compte rendu des travaux de la Réunion d'Agronomie coloniale*, 1906.

² E. CAUSTIER: Les productions coloniales néerlandaises et le Musée colonial de Haarlem. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1896.

LA PLANÈTE MARS D'APRÈS LES TRAVAUX RÉCENTS

De toutes les planètes du système solaire, Mars, on peut hautement l'affirmer, est de beaucoup la mieux connue. Ce résultat tient à une double prérogative.

A part notre satellite et la petite planète Eros, qui, au point de vue physique, semble, en raison de sa petitesse, inaccessible à nos instruments, Mars est le monde le plus proche de la Terre. A vrai dire, cet avantage paraît bien illusoire si nous constatons qu'aux oppositions défavorables la planète reste encore à une distance égale à 100 millions de kilomètres en nombre rond; mais, par contre, il arrive que Mars et la Terre peuvent se trouver en même temps dans la partie la plus proche de leurs orbites respectives tous les quinze ou dix-sept ans; la distance peut alors descendre au minimum à 56.400.000 kilomètres. Dans les meilleures conditions, le disque de la planète sous-tend un angle de 25', et bien que ce disque ne présente, lors de ces oppositions favorables, qu'une surface 5.000 fois plus petite que celle de la pleine Lune, la quantité de détails que la vision télescopique permet d'y percevoir est inimaginable de prime abord.

La vraie cause en doit être attribuée à la transparence de l'atmosphère martienne, plus raréfiée que la nôtre. Il est certain que des habitants placés sur Mars seraient beaucoup moins favorisés vis-à-vis de la Terre. M. Langley, dans une série de recherches bien connues sur l'absorption par l'atmosphère terrestre des rayons lumineux¹, a démontré, en effet, que la surface de notre globe ne reçoit que 60 % des rayons traversant normalement les couches atmosphériques. Le sable blanc lui-même diffuse à peine le quart de ces radiations : soit 14 ou 15 %, environ. Mais ce nombre, déjà faible, subit encore, en traversant du nouveau l'atmosphère, la même perte qu'en y arrivant la première fois, c'est-à-dire 40 %. Il s'en suit qu'un observateur placé sur Mars, à une opposition favorable, ne recevrait du centre apparent du disque terrestre que 8 à 9 % des rayons, c'est-à-dire 1/12 seulement de la radiation totale.

Malgré sa faible valeur, ce chiffre de 1/12 n'est pas encore l'obscurité et nous pourrions espérer découvrir les configurations d'une planète dans ces conditions, si une nouvelle cause n'intervenait encore pour dérober à nos yeux la surface du sol : cette cause, ainsi que je l'ai établi antérieurement², est la cause, ainsi que je l'ai établi antérieurement, de la diffusion de l'atmosphère.

En tenant compte de cette absorption, plus ou moins grande suivant les portions du disque, nous voyons immédiatement qu'elle est minimum au centre apparent d'une planète, là où le rayon visuel a le moins d'atmosphère à traverser, et qu'elle croît constamment à mesure que l'on approche du bord, où elle atteint son maximum. Ceci nous explique alors très simplement pourquoi une planète dotée d'une atmosphère faible et transparente ne laisse plus voir de détails dans ses portions voisines du limbe.

Les phénomènes de diffusion produiront un autre résultat, dont on a rarement tenu compte jusqu'ici et sur lequel nous aurons l'occasion de revenir dans la suite : ce sont les colorations propres de l'atmosphère très-même. Dans une étude *Sur l'origine du bleu du ciel*, M. Sagnac a parfaitement démontré que cette coloration est due à une diffusion sélective des rayons solaires, se produisant surtout dans les couches atmosphériques les plus élevées : le phénomène est donc, pour ainsi dire, fonction de la raréfaction des gaz de l'air. N'est-ce pas le cas ou jamais d'appliquer cette théorie à l'atmosphère raréfiée de notre voisine ?

Nous nous sommes étendus sur ces faits, car, en Astronomie planétaire, on est trop souvent porté à les oublier, et l'on arrive ainsi à des interprétations erronées des détails constatés et dessinés.

Une transparence aussi extraordinaire de l'atmosphère de Mars a permis depuis longtemps de calculer la durée de rotation de la planète. Cette détermination ayant atteint dans ces dernières années une haute précision, il serait vraiment regrettable de la passer sous silence avant d'aborder l'étude physique de la planète.

A la fin du XVII^e siècle et au commencement du XVIII^e, J. D. Cassini, Maraldi et W. Herschel avaient déjà donné, avec une grande approximation, la durée de rotation de Mars, mais n'avaient probablement pas tenu compte de ce fait que Mars perd en apparence une rotation pendant une révolution autour du soleil, de sorte qu'il serait nécessaire de reprendre leurs travaux pour y appliquer les corrections utiles.

Dans les temps modernes, des astronomes comme Kaiser, Proctor, Marth et Backhuysen sont tombés d'accord sur le chiffre des secondes, et l'incertitude, à partir de 1864, ne portait déjà plus que sur les centièmes de seconde. M. Denning, l'habile astronome de Bristol, a repris cette étude, et ses propres observations, s'étendant sur une période de trente ans de 1869 à 1899, nous permettent de considérer

¹ *Ann. Chem. Phys.*, t. XXVIII, p. 139.
² *Le Monde*, 1^{er} septembre 1895. *Bull. Soc. Astr.*, de France, t. 1, p. 10.

les résultats qu'il a publiés comme vraiment définitifs.

La période de rotation qu'il a calculée¹ tombe entre la valeur adoptée par Procter et celle de Backhuysen, et on peut la fixer à $24^h 37^m 22^s.70$.

I. — LES PREMIERS TRAVAUX SUR LA PLANÈTE MARS.

Il serait difficile de comprendre les travaux de ces dernières années si nous les isolions de la série fort intéressante que cette planète a fait naître depuis que le fondateur de l'Astronomie physique, William Herschel, entreprit l'étude de Mars.

W. Herschel ne nous a pas laissé de cartes résumant l'ensemble de ses observations; il s'attacha surtout à confirmer certains points acquis, et il serait à peine téméraire de soutenir que l'*Aréographie* naquit avec ses travaux. On admit généralement, à la suite de ses études, que Mars offrait des pôles de glace ou de neige, dont les fluctuations, en étendue, suivaient les saisons de la planète. Les trois grandes lignes de la topographie martienne furent alors soupçonnées, et, en 1783, le grand astronome pouvait écrire ces lignes, dont le sens n'a fait que s'affirmer après plus de cent vingt ans de recherches :

« L'analogie entre Mars et la Terre est peut-être de beaucoup la plus grande qui existe dans le système solaire tout entier ».

« Cette circonstance, ajoute Miss Clerke, à laquelle nous empruntons cette belle citation, donne un intérêt tout particulier à l'étude des conditions physiques de notre voisine planétaire extérieure ».

Dans le premier quart du xix^e siècle, les connaissances sur la planète Mars au point de vue physique pouvaient se résumer ainsi :

1^o Les saisons martiennes sont analogues aux nôtres, quoique deux fois plus longues, en raison de la durée de révolution de la planète l'inclinaison de l'axe de Mars étant sensiblement égale à celle de l'axe terrestre :

2^o Les neiges polaires fondent presque entièrement pendant les étés de la planète; elles n'occupent pas nécessairement les pôles géographiques du globe martien :

3^o Mars offre, aussi des taches sombres, bleues ou vertes, qui paraissent varier en étendue et peut-être en position :

4^o Les variétés de teintes sont dues à des différences réelles d'un globe formé de terre et

d'eau, les parties rougeâtres ou jaunes étant de véritables continents, les taches et les traînées sombres, des océans ou des détroits.

Cette dernière interprétation, plus ou moins erronée, a survécu à toutes les discussions, et, à l'heure actuelle, toute l'*Aréographie*, ainsi que nous le verrons, emploie des termes en rapport avec ces idées préconçues.

Avec les travaux de Beer et Madler (1830 à 1841), s'ouvre une ère nouvelle dans la science aréographique², une sorte de période de transition, période très intéressante et dont nous aurions tort de ne pas tenir compte. C'est à ces deux astronomes que nous devons le premier essai d'une carte de Mars, sur laquelle on reconnaît, malgré des erreurs inévitables, les premiers lineaments de la géographie du globe martien.

Les perfectionnements apportés au télescope par W. Herschel et, plus tard, les corrections que d'habiles opticiens firent subir aux objectifs des lunettes, permirent à l'Astronome physique de se développer et de prendre une place de plus en plus prépondérante.

Au reste, nous voyons entrer dans la lice, à partir des travaux de Beer et Madler, les plus illustres astronomes. Sir John Herschel, dont les dessins de nébuleuses provoquent encore notre admiration, se préoccupa des configurations de Mars, et c'est à lui que nous devons la première idée d'avoir attribué à la couleur du sol martien cette coloration rougeâtre caractéristique³.

Avec le Père Secchi⁴ et M. N. Lockyer⁵, nous commençons à trouver de très bons dessins, dont les détails sont assez nombreux pour imposer la nécessité d'une nomenclature destinée à l'identification. En 1869, l'astronome Procter⁶ dresse une carte vraiment sérieuse de la planète, d'après les dessins de Dawes; Kaiser, en 1872, résume aussi de la même manière ses propres observations. Enfin, en 1874, Terby⁷ publie, dans son *Aréographie*, un résumé de tous les travaux depuis l'époque de Fontana (1636), qui observait une vingtaine d'années après l'invention de la lunette.

Nous passons sous silence bon nombre d'observateurs, qui tous contribuèrent à donner à nos connaissances sur la planète Mars une physiono-

¹ Fragments sur les corps célestes du système solaire. Paris, 1840.

² Beltrugli, etc., Weimar (1841); Astron. Notiz. (1841), à 1842.

³ Smith, *Celestial Rep.*, vol. I, p. 148, 1840.

⁴ Osserv. de Marte. *Mem. de Osserv.*, vol. I, p. 1, Rome, 1859.

⁵ *Mem. of the Brit. Assn. Sci.*, L. XXXII, p. 179-19.

⁶ *Chart of Mars*, London, 1869, V. aussi *Essays on Astr.*, London, 1872.

⁷ *Mon. et Acad. Roy. des Sciences de Belgique*, t. XXXIX, 1876.

¹ Procter : *Month. Not.*, vol. XXIX, p. 27 et 28; vol. XXXIII, p. 372. — Backhuysen, *Astronomy*, vol. VIII, p. 471. — DENNIS, *Observatory*, may 1892, p. 191 et 196.

² *Philosoph. Trans.*, vol. LXXIV, p. 260.

³ Miss Clerke : *History of Astron.*, during the XIXth century, p. 274.

mie officielle que nous pouvons résumer ainsi :

1° Les grandes configurations de l'Aréographie, tout en restant très identifiées à plusieurs années d'intervalle, présentent des aspects légèrement différents : leurs bords sont soumis à une extension variable comme leur coloration, résultat soupçonné déjà à la fin de 1830 ;

2° Les taches sombres sont regardées comme des mers, hypothèse confirmée, croyait-on, par les recherches spectroscopiques d'Huggins en 1867 et de Vogel en 1873 ;

3° On découvre des bandes plus ou moins étroites reliant les mers et auxquelles on donne le nom de fleuves ;

4° Mars devait avoir une météorologie analogue à la nôtre, quoique moins accentuée.

Si l'on nous permet de qualifier d'*héroïque* la première période de 1610 à 1830, l'appellation de *classique* s'appliquerait parfaitement à celle qui s'étend de 1830 à 1877. C'est alors, en effet, qu'après avoir pris une connaissance générale de l'aspect physique de Mars, des géomètres comme MM. Amigues¹, Hennessy², Young abordèrent les questions irritantes d'aplatissement polaire, sans pouvoir d'ailleurs arriver à se mettre d'accord. Les mesures plus complètes et plus précises de la parallaxe solaire nous donnèrent une meilleure évaluation de la masse et de la densité de la planète, mais il restait encore nombre de points obscurs. La période qui suivit immédiatement, tout en augmentant nos connaissances générales, n'était pas faite pour résoudre l'énigme martienne, comme on le disait couramment et ainsi que nous allons le voir. Avec la mémorable opposition de 1877, nous entrons dans une véritable période *romantique*.

II. — MARS D'APRÈS LES TRAVAUX RÉCENTS.

Le 5 septembre de l'année 1877, Mars s'offrit dans les meilleures conditions d'observation, avec un disque de 25" de diamètre. M. Schiaparelli, directeur de l'Observatoire de Milan, en profita pour tenter un repérage trigonométrique des principales configurations : 62 points furent notés et, dans sa première carte publiée à la fin de 1877³, on put voir un grand nombre de détails qui avaient passé complètement inaperçus pour les observateurs précédents. Les fleuves y prennent une extension considérable. M. Schiaparelli imagine alors une nomenclature mythologique, où les taches

sombres prennent décidément le nom de mers et où les continents disparaissent pour faire place à de véritables îles plus ou moins grandes, entourées des principaux fleuves.

Il y a, dans cette première œuvre de Schiaparelli, un travail sérieux et considérable dont on ne saurait trop le féliciter. Les fleuves tracés par lui avaient bien une existence réelle et objective, quoi qu'on en ait dit. Et ce qui le prouva immédiatement fut le fait qu'on put les identifier avec les détails observés à différentes époques par divers astronomes, tels que Dawes, Secchi et Holden. MM. Burton et Dreyer les tracèrent aussi indépendamment, mais partiellement, sur leur carte dressée en 1879⁴.

A cette même époque, Schiaparelli⁵ les identifia de nouveau et put repérer 114 points fondamentaux. Mais, à partir de ce moment, une évolution s'opère dans les dessins de cet astronome, et cette évolution est extrêmement importante pour l'avenir de l'Aréographie. Les fleuves s'amincissent et deviennent plus droits : l'auteur les appelle des canaux ; dans sa troisième carte, publiée après l'opposition de 1881, presque tous les canaux sont des lignes droites ou des arcs de grands cercles, dont certains, toujours très étroits, atteignent des longueurs de près de 5.000 kilomètres.

La carte d'ensemble, résumant toutes les observations de 1877 à 1888, est plus typique encore⁶ : on la croirait construite par un autre dessinateur ; elle ne rappelle en rien celle de 1877. Les tracés curvilignes, à part les lignes de littoral, sont l'exception ; tout est tiré au cordeau et à l'équerre ; on dirait un réseau artificiel enserrant la planète, mieux que ne le font nos lignes de chemin de fer, qui se plient aux exigences d'un terrain modelé par l'érosion ou par les mouvements orogéniques du globe.

Ces réflexions, qu'on se garde de le croire, n'ont pas du tout pour but de dénigrer l'œuvre importante du savant astronome italien. Ce n'est pas le moment de discuter l'objectivité des détails aperçus par Schiaparelli ; mais nous avons en vain cherché une explication de cette évolution tout au moins singulière.

L'auteur, mieux que personne, serait peut-être à même de la donner. Qu'on n'allègue pas, en la circonstance, une habitude plus grande des observations : ce serait par trop enfantin. Un astronome déjà rompu à la vision télescopique ne perfectionne pas subitement son acuité visuelle ; — on a plutôt

¹ C. R. Ac. des Sc., 1874, t. I, p. 1357.

² C. R. Ac. des Sc., 1878, t. II, p. 590, et 1880, t. I, p. 1419.

³ SCHIAPARELLI : Osservazioni astron. e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topogr. d. plan. Marte (Roma, 1878).

⁴ Physical observ. of Mars 1879-80, Scientific. Trans. of the Roy. Dublin Soc., 1880.

⁵ SCHIAPARELLI : 2° mémoire sur la planète Mars (Rome, 1881).

⁶ L'Astronomie, 1^{re} année, 1882, août, p. 426. V. aussi 3° mémoire, Rome, 1886.

vu le contraire se produire quelquefois. — Mais il peut, sous l'influence d'idées préconçues, changer son mode d'interprétation et, par conséquent, sa façon même de rendre les détails.

Quoi qu'il en soit, les résultats des derniers travaux de Schiaparelli laissent loin derrière eux ses premières constatations.

Avec son réseau de traits sombres alignés au cordeau et tracés comme les rues d'une ville américaine, Mars était de beaucoup la plus intéressante de toutes les planètes; les dernières observations de l'astronome italien, publiées après l'opposition de 1889, en firent le monde le plus étrange qu'on puisse imaginer :

« En certaines saisons, dit-il, ces canaux se dédoublent ou plutôt se doublent ¹. »

A la fin de l'opposition de 1879, Schiaparelli avait déjà observé un cas de ce genre; à l'opposition suivante (1881-1882, dans l'espace d'un mois, dix-sept exemples analogues se produisirent.

Le mécanisme du phénomène est assez curieux : En général, une ombre légère se forme sur le canal; quelquefois ce sont des taches blanches indécises; puis, le jour suivant, « à gauche ou à droite d'une ligne préexistante, sans que rien ne soit changé dans le cours et la position de cette ligne, on voit se produire une autre ligne égale et parallèle à la première, à une distance variant généralement de 6° à 12°, c'est-à-dire de 350 à 700 kilomètres; il paraît même s'en produire de plus proches, mais le télescope n'est pas assez puissant pour permettre de les distinguer avec certitude. Leur teinte paraît être celle d'un brun-roux assez foncé. Le parallélisme est quelquefois d'une exactitude rigoureuse ². »

Ainsi, à la place où la veille on avait aperçu un trait sombre, on constate la présence de lignes parallèles à 100 ou 200 kilomètres l'une de l'autre. M. Schiaparelli cite même un cas de dédoublement dans lequel les composantes étaient séparées par un intervalle de 15°, soit 800 kilomètres!

En 1888, M. Schiaparelli revient sur le mécanisme de la gémation. Il constate que l'une des deux bandes n'a pas toujours conservé l'emplacement du canal primitif : « Il peut arriver que ni l'une ni l'autre des deux formations ne coïncide avec l'ancien canal ³ ».

Chose très intéressante à constater, certains canaux se sont toujours montrés rebelles à la gémation.

Le fait que la gémation fut confirmée dans la

suite par différents astronomes paraît enlever au phénomène un caractère illusoire. Il faut citer, cependant, un cas assez extraordinaire : pendant l'opposition de 1886, alors que MM. Perrotin et Thollon observaient, à Nice, des canaux nettement doubles, M. Schiaparelli, à Milan, persistait à les voir simples.

A son observatoire de Flagstaff (Arizona), M. Lowell, aux dernières oppositions, entreprit une étude attentive de la planète. Il était favorisé par une atmosphère excessivement limpide à 2.200 mètres d'altitude et observait à l'aide d'une lunette de 0^m.61 d'ouverture.

Il renchérit, pour ainsi dire, sur les configurations géographiques dessinées par Schiaparelli et couvrit la planète Mars d'un réseau de lignes fines à mailles tellement serrées qu'on dirait le globe martien, construit d'après ses observations, comme recouvert d'une toile d'araignée.

Le nombre des canaux enregistrés à Flagstaff a atteint, ces derniers temps, le chiffre fantastique de 420 ⁴. Ils sont tous rectilignes, et cette tendance se fait sentir jusque sur le tracé des *mers*.

Suivant plusieurs observateurs et d'après les travaux de Lowell et Douglass, les *canaux* ne seraient pas limités aux portions rougeâtres de la surface, mais s'étendraient indistinctement aux régions sombres. Cette observation, confirmée ces dernières années, est d'une très grande importance, car elle tendrait à prouver que ces régions sombres ne sont pas du tout des masses d'eau.

A l'intersection des canaux, M. Lowell prétend avoir remarqué, à certaines époques, de petites taches rondes, noires, auxquelles il a donné le nom d'*oasis*.

La terminologie adoptée par M. Lowell s'accorde d'ailleurs assez bien avec ses idées.

Aussi étrange que paraisse la théorie de l'artificialité des canaux, elle a été soutenue par différents astronomes, et M. Lowell la défend avec acharnement. Reprenant l'hypothèse émise par Pickering, l'astronome de Flagstaff croit que l'eau ne peut exister facilement à l'état libre sur Mars; les régions sombres seraient dues à la végétation; des *canaux*, creusés par les Martiens pour s'assurer d'un système savamment combiné d'irrigation, nous ne verrions que les bords recouverts d'une végétation dont le développement suivrait les saisons. Il en serait de même des *oasis*. Dans son grand ouvrage sur *La Planète Mars*, M. Lowell développe ses idées sur ce thème général de l'artificialité des canaux, et tout dans son livre converge vers cette unique pensée.

¹ FLAMMARION : La planète Mars, p. 333.

² FLAMMARION : La planète Mars, p. 354.

³ *Himmel und Erde*, 1888, V, aussi FLAMMARION : La planète Mars, p. 448.

⁴ *Bulletin de la Soc. Astr. de Fr.*, passim. Consulter les années 1902-1905.

D'ailleurs, d'après lui, l'apparition des canaux est toujours consécutive à la fonte des neiges polaires. A mesure que l'eau résultant de cette fonte envahit les basses latitudes, les canaux deviennent plus visibles. Il serait trop long de suivre l'auteur dans les développements de cette hypothèse. Nous nous permettrons simplement de faire remarquer que ses constatations sont souvent en contradiction avec celles d'observateurs très sérieux, ce qui affaiblit beaucoup ses conclusions générales.

Nous pouvons retenir de l'ensemble des travaux récents que la coloration des taches sombres montre du vert au printemps et du brun à la fin de l'été. Les variations saisonnières de tons militent donc en faveur de phénomènes d'ordre analogue à notre végétation.

On a beaucoup discuté sur l'objectivité des détails martiens. Ceci est très compréhensible de la part d'astronomes ou de physiiciens n'ayant jamais observé la planète assidument. En fait, certaines configurations n'ont jamais été mises en doute par les observateurs ayant consacré une partie notable de leurs travaux à l'étude attentive de la planète Mars.

Les taches sombres appelées *mers*, les *golfs* tels que la *Baie du Méridien*, les *îles* telles que *Hellas*, *Japygia*, les taches claires, les pôles, etc., sont tellement visibles qu'il serait oiseux de démontrer leur objectivité. Il en est de même des canaux larges, comme le *Boreosyrtris* prolongeant la *Mer du Sahlier* (*Syrtris Major*) ou le *Lacus Nilivaeus* qui forme une tache abordable à de faibles instruments. Le débat, à l'heure présente, se circonscrit de plus en plus. Existe-t-il sur la planète Mars des canaux fins — ceux qui ont été découverts par Schiaparelli, ceux que M. Lowell et M. Douglass ont multipliés — à la surface des continents? Voilà véritablement le nœud de la question et l'objet du litige. Certains astronomes demeurent encore sceptiques à cet égard. Au reste, M. Lowell dit fort bien que la visibilité des détails tient plutôt à une atmosphère calme et à l'acuité visuelle de l'observateur qu'à la puissance de l'instrument. Or, d'une part, les astronomes habiles qui, munis de puissantes lunettes, ont vu les canaux fins sont très rares; c'est ainsi que M. Millochau, avec le grand réfracteur de Meudon, n'a jamais pu les observer¹; d'autre part, il y aurait là, même de l'avis de M. Lowell, presque une affaire d'équation personnelle, puisque M. Douglass prétend avoir découvert également des canaux sur les satellites de Jupiter? Il faudrait donc admettre que, pour certains yeux, toute surface revêt un caractère canaliforme; ce serait une

disposition physiologique dont il y aurait lieu de tenir compte et de rechercher la cause.

On s'est demandé aussi, dans le cas d'une illusion invincible, si la surface de Mars n'offrirait pas un grand nombre de taches plus ou moins foncées que l'œil reliait involontairement par des lignes régulières. Les expériences célèbres de MM. Maunder et Evans, qui consistaient à faire dessiner à des élèves des disques portant la configuration générale de la planète et qu'on plaçait à une grande distance, militeraient en faveur de cette interprétation. Dans la plupart des cas, en effet, les dessinateurs ont relié les golfs ou les amorces des canaux par des lignes fines et droites. L'expérience, reprise par M. Flammarion, directeur de l'Observatoire de Juvisy, a donné des résultats identiques².

Les astronomes qui voient et dessinent les canaux sous cette forme, en les multipliant, refusent d'admettre toute analogie entre les aspects de dessins d'objets terrestres et la surface martienne.

M. Maunder, à la suite d'une critique acerbe de ses vues par M. Story, a répondu dans un article de *Knowledge*. Il ne sera pas sans intérêt pour le lecteur d'avoir sous les yeux les passages principaux de cette remarquable réponse.

« Voyons, dit M. Maunder³, en quel point précis les vues de M. Lowell diffèrent des miennes. Ce n'est pas dans les grandes lignes de la topographie martienne. M. Lowell les voit et les dessine substantiellement comme je les voyais et les dessinais en 1877, et comme Beer et Mädler les dessinaient en 1830. Ce n'est pas au point de vue de l'aspect des canaux; j'ai observé et dessiné des canaux dès 1877, et, bien que M. Lowell en ait vu et dessiné beaucoup plus que moi, ceux que j'ai vus étaient substantiellement de même caractère que les siens; et, en discutant cette question, j'ai toujours eu grand soin, soit en écrivant, soit en parlant, de toujours faire remarquer que je ne mettais nullement en doute ni la fidélité ni l'habileté d'aucun des observateurs de Mars. M. Evans et moi-même avons dit autrefois : « Il ne serait vraiment pas correct d'affirmer que les nombreux observateurs ayant dessiné des canaux sur Mars pendant les vingt-cinq dernières années aient dessiné ce qu'ils ne voyaient pas. Au contraire, ils ont reproduit et

¹ Dans son grand ouvrage sur la planète Mars, M. Flammarion, qui se propose d'en donner une seconde édition, a fait un exposé magistral des recherches relatives à la planète Mars depuis l'invention des lunettes; nous avons largement puisé dans ce volume pour l'exposé historique que nous avons donné, et nous nous permettrons de renvoyer le lecteur que la question intéresse à l'ouvrage cité.

² Les canaux de Mars. Réponse à M. Story, par E. W. MALVERN, *Knowledge*, mai 1904, p. 87 et suiv. L'article auquel l'auteur fait allusion avait été publié dans la même revue en mars 1904.

³ *C. R. Ac. des Sc.*, 27 oct 1903, t. II.

A Lick Observatory, M. Barnard, dont on connaît l'acuité visuelle, n'a pas mieux réussi.

dessiné fidèlement ce qu'ils voyaient ». Jamais je n'ai ni affirmé ni supposé « que les canaux sont vus comme de très faibles lignes, si faibles que leur existence est douteuse, même pour des expérimentateurs habiles ». Je sais le contraire par ma propre expérience.

« Nous sommes d'accord sur un autre point. M. Lowell est absolument convaincu, et en ceci je suis de son avis, qu'il n'est pas possible qu'un réseau réel, aussi géométrique que celui qu'il représente, puisse être le résultat de causes purement physiques. M. Story connaît certainement le livre très intéressant que M. Lowell a publié sur Mars en novembre 1895 et a lu les pages 148-154.

« Mais ici commencent nos divergences d'opinion. M. Lowell attribue ce réseau au travail d'êtres intelligents qui ont tracé sur la planète ces « grossiers polygones », pour employer l'expression de Schiaparelli.

« Ceci est, notons-le, du domaine de l'hypothèse et non de l'observation; et cette hypothèse implique la supposition que, si Mars était beaucoup plus près de nous ou si nos puissances visuelles étaient excessivement augmentées, ces grossiers polygones subsisteraient et ne se résoudraient jamais, sous une vision meilleure, en détails que nous pourrions raisonnablement attribuer aux seules forces de la Nature.

« Mon hypothèse est toute différente; cet aspect antinaturel peut être dû à l'imperfection de notre vision. Je me base sur des faits bien connus touchant la théorie de la vision et la structure de l'œil, et l'œil est notre instrument nécessaire pour l'observation. Nous n'avons pas droit d'avoir recours à l'inconnu et à l'artificiel avant d'avoir épuisé les méthodes connues et naturelles pour expliquer un phénomène. Mon hypothèse est basée sur les effets observés de causes connues; l'hypothèse de M. Lowell est une incursion dans le domaine des fées. »

Le reste de l'argumentation de M. Maunder peut se résumer ainsi : c'est un fait d'expérience que, pour être perçue par l'œil, une tache noire se détachant sur fond brillant doit avoir au moins 34 secondes de diamètre. Quant à la forme, elle ne peut être reconnue que dans le cas où la tache dépasse notablement cette dimension; autrement l'objet nous apparaîtra circulaire.

S'agit-il de lignes fines? Leur longueur compense alors jusqu'à un certain point leur largeur. Si cette dernière est au-dessous d'une seconde, toute la ligne cesse d'être visible; là encore, pour qu'il y ait perception nette de la forme, il faut que la longueur soit notablement plus grande.

La conclusion logique est que, à partir d'une certaine limite, tous les objets, quelle que soit leur

forme réelle, nous apparaîtront nécessairement comme des taches rondes ou des lignes fines régulières. Il s'agit ici du cas de visibilité à l'œil nu, et l'on doit ajouter qu'aucune éducation ne sera susceptible d'améliorer notre vision, puisque la limite du diamètre apparent est liée à la grandeur des bâtonnets et des cônes de la rétine.

En abordant la vision télescopique, le problème devient plus complexe. Chaque instrument a une limite de définition théorique qui, pratiquement, n'est jamais atteinte. Il est vrai que le principe reste le même, mais nous savons que le grossissement réel diffère beaucoup du grossissement théorique. C'est ainsi qu'un oculaire amplifiant 300 fois ne nous fait jamais voir les détails que nous ne manquerions pas d'apercevoir si l'objet était 300 fois plus rapproché de notre œil. Le raisonnement vaut à fortiori pour des grossissements plus considérables, qui, pour cette raison, s'emploient plus rarement.

Lors donc que M. Lowell dessine des oasis sous forme de taches rondes et qu'il représente les canaux par des lignes fines et régulières, si, arguant de sa bonne foi, nous ne contestons pas la subjectivité du phénomène, nous avons certainement le droit de douter de son objectivité. Les premiers observateurs de Mars ont aperçu aussi des taches rondes, et, s'ils nous avaient affirmé que ces oasis avaient réellement cette forme, les faits leur infligeraient aujourd'hui le plus cruel démenti. Depuis Beer et Mädler, les instruments se sont perfectionnés, les corrections de nos instruments sont meilleures. Or, les soixante oasis de M. Lowell semblent avoir le même caractère que les taches observées par Beer¹ et Mädler.

« Si, dans soixante-dix ans, continue M. Maunder, il s'est produit un développement télescopique égal à celui des soixante-dix dernières années, l'uniformité actuelle des oasis de Lowell persistera-t-elle, ou deviendra-t-elle ce qu'est devenue la ressemblance des taches observées par Beer et Mädler? Nous n'avons pas même besoin d'attendre soixante-dix ans pour le savoir. Jusqu'à ce moment même, j'ai soigneusement évité toute critique des dessins de n'importe quel observateur de Mars. J'ai souvent répété que je les acceptais comme étant des représentations à la fois fidèles et habiles de ce que voyaient les observateurs. Mais il est nécessaire de faire remarquer ici que l'extrême simplicité de type et des canaux et des oasis, tels que les montre M. Lowell, n'est pas confirmée par les meilleurs observateurs. Dans le dernier numéro de *Knowledge*, M. Denning écrivait (p. 67) : « Il y a, en réalité, beaucoup de différences dans les taches en

¹ *Knowledge*, même article.

forme de canaux : certaines sont des ombres très larges et diffuses, tandis que d'autres sont des lignes étroites et délicates ». Le Révérend T. E. Phillips, tout dernièrement, a vivement insisté sur le même fait, et je pourrais citer bien d'autres témoignages. Il est certain que les meilleurs observateurs ne s'accordent pas simplement à dire que les canaux diffèrent très largement dans leurs caractéristiques, mais ils s'accordent aussi absolument dans les caractéristiques qu'ils assignent à des canaux en particulier. En ce qui concerne les observations de M. Lowell, je ne puis évidemment parler que de celles qu'il a publiées; mais, pour celles-là, il est certain qu'il ne réussit pas à montrer cette grande variation de caractère qui existe entre certains canaux sur lesquels la plupart des autres observateurs s'accordent pleinement. Ceci me semble une preuve certaine (autant que ses dessins publiés le permettent), non de conditions supérieures et d'habileté très grande du côté de M. Lowell, mais d'une infériorité très marquée sous ces deux points de vue. Qu'il faille attribuer le fait à l'emplacement de son observatoire ou à la perfection de ses instruments, ou à son habileté personnelle dans l'observation ou plus probablement dans le dessin, peu importe. En dépit de la multiplicité de ses observations et de la persévérance — qu'on ne saurait trop louer et trop reconnaître — avec laquelle il a observé Mars, en saison et hors de saison, le fait reste qu'il n'a pas réussi à enregistrer des différences concordant avec ce qu'ont trouvé d'autres observateurs de premier ordre. Il n'a pas réussi surtout à reconnaître ce que Denning et Schiaparelli avaient reconnu dès 1884, que la plupart des canaux étaient très loin d'être des lignes droites de largeur et de teinte uniformes, mais montraient des gradations de ton évidentes, et des irrégularités occasionnant çà et là des solutions de continuité et des condensations. Des milliers de dessins de Mars que j'ai examinés, ceux qui correspondent le plus parfaitement aux dessins de Lowell ont été faits par un jeune novice et dans une station idéale sous aucun rapport, en employant une petite lunette qu'il avait construite lui-même.

« On a dit, en faveur de la réalité des canaux, qu'on les voyait avec beaucoup de netteté ou très souvent. L'argument est basé sur une ignorance absolue de l'apparition des canaux fictifs observés dans les expériences de M. Evans et les miennes. Je me suis moi-même laissé prendre complètement par un petit dessin sur lequel étaient représentés *Syrtris Major* et *Sinus Sabous*. Ce que je regardais comme le détail de beaucoup le plus important était une ligne droite, étroite, intensément noire, correspondant au Phison. Pourtant cette

impression étonnamment vive était due en réalité à l'intégration de deux ou trois faibles lignes, irrégulières, brisées, recourbées en serpent, et d'une demi-douzaine de points absolument invisibles. Si j'avais regardé ce dessin un millier de fois, ou si un millier d'autres observateurs l'avaient examiné dans les mêmes conditions de distance, ils n'auraient vu que ce que j'ai vu : une ligne noire droite aussi nette que si elle eût été faite par l'instrument d'un graveur. »

III. — LA GÉMINATION.

Cette discussion serrée des vues de M. Lowell semble laisser peu de place à l'examen du fait de la gémiation. Alors qu'il nous est difficile de nous prononcer sur la réalité des canaux fins, comment pourrions-nous aborder les problèmes autrement complexes du dédoublement de ces canaux ? Nous ne saurions toutefois nous dispenser de dire un mot des hypothèses ayant la prétention d'expliquer ce mystérieux phénomène, car les théories de la gémiation ont pris une place prépondérante en ces dernières années dans la littérature aérographique.

Laissons de côté celles qui, basées sur l'artificialité, attribuent le dédoublement aux prétendus habitants de la planète, canaux d'irrigation, écluses, digues, etc... C'est le cas de répéter ici les paroles de M. Maunder : « Nous n'avons pas le droit d'avoir recours à l'artificiel et à l'inconnu avant d'avoir épuisé les méthodes naturelles pour expliquer un phénomène. »

L'hypothèse qui, dans le monde scientifique, sembla jouir au début de la plus grande faveur, est celle qu'a proposé M. Stanislas Meunier. Elle s'appuie sur une expérience facile à réaliser : Si l'on enveloppe d'une mousseline un globe poli sur lequel on a préalablement tracé des lignes sombres, ces canaux, sous certains éclaircissements, apparaissent nettement doubles. Sur Mars, la brume s'étendant au-dessus des continents remplacerait la mousseline. Malheureusement, tout ingénieuse qu'elle soit, cette théorie est en désaccord avec les faits les mieux constatés. C'est le cas de dire, avec le directeur de la Section de Mars à la *British astronomical Association* : « S'il y avait deux lignes d'égale intensité (les deux composantes d'un canal double), nous voudrions savoir comment tel expérimentateur n'en voit qu'une, tandis que tel autre les voit toutes les deux ! En 1886, M. Schiaparelli voyait les canaux Euphrates, Orontes, Phison et Jamuna toujours simples, tandis qu'à Nice, MM. Perrotin et Thollon les voyaient nettement doubles¹. »

¹ TH. MOREUX : Vues nouvelles sur la planète Mars. *Revue des Quest. scient.*, octobre 1898.

Nous ajouterons qu'en soumettant cette hypothèse au calcul, ce que l'on aurait dû faire tout d'abord, on arrive immédiatement à la conclusion qu'elle est inadmissible. Aux oppositions périlleuses, par exemples, si l'on adopte la théorie de M. Stanislas Meunier, la ligne parasite formée par l'image réfléchie d'un canal devrait se rapprocher *dans une même nuit* de l'image réelle, l'écartement étant maximum à 0,707 du centre le rayon de la planète étant 1) pour devenir nul au méridien central et repasser ensuite par les mêmes valeurs. Dans les conditions les plus favorables pour la théorie dont nous parlons, alors que Mars présente une forme gibbeuse, l'écartement des deux lignes ne saurait avoir lieu au centre ainsi qu'on a voulu le dire, mais à une distance de $\sin 21^\circ = 0,358$. Or, jamais astronome n'a constaté de pareils faits.

La seconde théorie en date peut se formuler ainsi : Toute ligne fine aperçue à la distance de la vision non distincte nous apparaît double. Il y a là un problème physiologique intéressant, dont j'ai donné la solution autrefois¹. Ces apparences tiennent à une imperfection de notre cristallin : elles se produisent nécessairement avec la vision télescopique, si l'image d'une ligne fine cesse d'être au point. Or, il paraît difficile au premier abord d'admettre que des observateurs habiles ne sachent pas manier leurs instruments ; mais, d'autre part, tous ceux qui ont employé de puissantes lunettes savent combien sont fréquentes les variations de distance focale dans un intervalle de temps très court. Cela tient aux changements de température et aux courants atmosphériques amenant des variations de l'indice de réfraction de l'air.

Dans les lunettes à grandes distances focales, la mise au point change à chaque instant. Si donc une ligne fine apparaît très nette à un moment donné, l'instant d'après elle peut se montrer aussi nettement double.

Cette théorie, que j'ai défendue autrefois, me paraît cependant inapplicable au dédoublement des canaux, depuis que j'ai pu observer Mars, d'une façon assidue. Elle s'accorde peu, d'ailleurs, avec le caractère permanent des gémimations, telles que les a décrites Schiaparelli.

La plupart du temps, en effet, les canaux s'élargissent avant de se dédoubler, et cette forme peut persister plusieurs jours de suite. Puis le milieu du canal, ainsi que nous l'avons déjà dit, prend une teinte claire, et finalement les deux composantes apparaissent. Plusieurs observateurs, et des plus sérieux, admettent le fait et en donnent l'explication suivante² :

« La gémimation des canaux de Mars, dit le capitaine Molesworth, semble être réelle, et non illusoire : elle est due, à mon avis, et dans presque tous les cas, à l'existence et à la visibilité variable de deux canaux distincts presque parallèles : tantôt un canal, tantôt deux canaux devenant visibles. Ceci expliquerait l'anomalie apparente d'un canal vu simple et double en même temps par deux observateurs. Quand on voit les deux canaux, l'espace entre eux est généralement légèrement ombré, et cette traînée ombrée donne souvent l'impression d'un canal simple, large, diffus, quand on ne voit pas les bords plus sombres. »

Enfin, la théorie du contraste expliquerait plus d'un cas. Imaginée pour justifier l'apparition des canaux faibles, elle peut s'appliquer très sûrement à la gémimation.

Voici en quoi elle consiste : Lorsque deux teintes d'intensité ou de couleur différentes sont juxtaposées, l'œil saisit surtout le lieu de démarcation des deux teintes et nous avons une tendance à tracer la limite commune sous forme de ligne. Cette illusion est tellement naturelle que c'est sur ce principe que repose notre science du dessin. En fait, les lignes n'existent pas dans la Nature, et le peintre, lorsqu'il ne se sert pas du pinceau, est forcé d'interpréter par des traits la forme des objets. Tout le monde a remarqué que, dans les favis procédant par teintes de plus en plus foncées, le relief n'est jamais obtenu entièrement si le dessin est vu de trop près ; les différentes teintes s'exagèrent sur leurs bords et donnent lieu à de véritables lignes plus foncées aux endroits où commence une surface moins sombre. Cette théorie, qui fut énoncée par Green en 1879, fut confirmée en 1898 par différents astronomes, et entre autres par le Révérend P. H. Kempthorne. A l'opposition de 1900-1901, le capitaine Molesworth, qui avait étudié les canaux à ce point de vue, écrivait ceci³ : « La conclusion de mes observations est que, dans la grande majorité des cas, les canaux, surtout s'ils sont faibles, ne sont autres que les bords légèrement plus sombres de surfaces très faiblement teintées. Dans certains cas, on n'aperçoit aucun canal, on distingue seulement le simple contour d'une surface ombrée. Quelquefois le bord du canal est parfaitement net et défini du côté de la surface claire, l'autre bord se dégradant peu à peu dans la portion ombrée. »

Si maintenant nous imaginons une large surface sombre sur un point brillant, la même théorie rendra compte d'une double traînée aux deux bords. Bien que cette hypothèse n'ait jamais été explicitement énoncée, elle nous paraît aussi logique que

¹ TH. MOREUX : *Rev. des Quest. scient.*, même article.

² *Report of the British Astr. Association*; mars, année 1903, p. 89.

³ Même rapport, p. 90.

celle dont elle dérive, et nous avons de bonnes raisons de croire qu'une telle disposition sur Mars a donné lieu bien souvent à de prétendus phénomènes de dédoublement.

La conclusion de tous les travaux que nous venons d'analyser s'impose maintenant avec une inéluctable nécessité.

Nous ne savons presque rien de la planète Mars. Si les configurations qui paraissent stables nous sont à peu près connues dans les grandes lignes, nous ne saurions nous prévaloir de leur connaissance générale pour en inférer leur forme réelle. Mars est trop éloigné et nos instruments trop peu perfectionnés, les causes d'illusion trop nombreuses pour que nous soyons assurés, lorsque nous avons une carte de Mars sous les yeux, de posséder la topographie véritable de la planète. Aux partisans de l'opinion contraire, je me contenterai de répondre par un exemple. Personne ne conteste que l'aspect télescopique de la Lune, comparé à un dessin de notre satellite fait à l'œil nu, change du tout au tout. Un grossissement de 75 fois fait apparaître des détails que rien ne nous autoriserait à soupçonner si les lunettes ne venaient à notre secours. Or, un pouvoir amplifiant de 75 fois appliqué à la planète Mars nous fournirait précisément un disque égal en diamètre à celui de la Lune vue à l'œil nu. Comment qualifier le raisonnement d'un observateur qui prétendrait avoir ainsi une idée adéquate d'une planète vue dans ces conditions? Le même argument subsistera dans toute sa force si nous augmentons de dix fois le pouvoir de nos instruments. Peut-être connaîtrons-nous un peu mieux le monde offert à nos regards, mais jamais, tant que nos moyens optiques ne recevront d'autres perfectionnements, nous ne pourrions nous flatter d'avoir sous les yeux une carte réelle de la planète.

Le résultat serait-il atteint que nous resterions encore devant une mappemonde martienne dans la situation d'un ingénieur contemplant le plan d'une terre inconnue, assez complet sans doute, mais dont il ignorerait tout jusqu'aux teintes conventionnelles.

Est-ce à dire qu'il nous faille abandonner la partie? Nous ne le croyons pas, mais nous devons nous attacher de plus en plus aux observations de détails. Il nous faut réunir de nombreux documents, dessiner sans idées préconçues ce qui s'offre à nos yeux, mais nous bien garder d'objectiver nos impressions éminemment subjectives.

Les hypothèses nous sont aussi permises, à condition toutefois que nous sachions les regarder comme telles.

Or, on oublie trop souvent le rôle de l'hypothèse dans la science, et les propriétés qu'elle doit pos-

séder; en général, elle doit surtout nous servir à coordonner les faits. Du jour où elle cesse d'être en accord avec des phénomènes certainement constatés, son rôle prend fin; nous devons en imaginer une autre. Il faut aussi que l'hypothèse soit vérifiable par l'expérience et l'observation. Cette dernière qualité fait souvent défaut aux hypothèses qualifiées de scientifiques, et nous allons en donner un exemple emprunté au sujet qui nous occupe.

Divers astronomes, et des plus illustres, ont prétendu que la planète Mars ne présente pas, comme la Terre et la Lune, un relief très accentué. L'érosion aurait accompli son œuvre depuis longtemps sur notre voisine, et aucune montagne importante n'accidenterait le sol martien. Or, de ce que personne n'a aperçu de traces de montagnes, peut-on logiquement conclure qu'il n'en existe pas? Raisonnons par analogie. Le relief de la Lune ne nous apparaît que dans certaines conditions d'éclairage faciles à préciser: il est fonction de la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon lunaire. A mesure que l'obliquité des rayons solaires diminue, les ombres portées disparaissent et, au moment de la pleine Lune, tout nous paraît nivelé: il ne reste que les teintes différentes du sol. Or, le disque de Mars, lorsqu'il nous présente sa plus grande phase, nous apparaît dans les mêmes conditions que le disque de notre satellite trois jours avant la pleine Lune. Imaginons qu'une atmosphère assez dense nous cache par diffusion les faibles excroissances du terminateur lunaire, et voilà les astronomes, même armés des plus forts grossissements, réduits à discuter la question du relief sur la Lune.

IV. — LA PLANÈTE MARS A LA DERNIÈRE OPPOSITION, D'APRÈS LES TRAVAUX FAITS A L'OBSERVATOIRE DE BOURGES.

§ 1. — Considérations générales.

Les personnes n'ayant pas l'habitude des observations se méprennent ordinairement sur la façon dont l'astronome étudie les détails planétaires; on s' imagine aisément, lorsqu'on a sous les yeux un dessin de la planète Mars, que ce monde lointain s'est présenté ainsi dans une vision télescopique nette et, pour ainsi dire, instantanée. C'est une erreur, bien excusable sans doute, mais contre laquelle je ne saurais trop mettre en garde le lecteur.

Tous nos dessins planétaires ne sont qu'une résultante d'observations et d'impressions successives, ressenties par notre rétine dans un temps plus ou moins long. Un œil, même entraîné, ne saisit pas d'un seul coup tous les détails visibles. Certains, sans doute, lui apparaissent si nettement

que, pour la planète Mars en particulier, l'identification est le plus souvent facile; mais, après avoir tracé les grandes lignes, celles pour lesquelles l'hésitation ne saurait exister, l'astronome est obligé de concentrer toute son attention sur les ombres légères, sur les lignes qui sont à la limite de la visibilité. Ceci, en outre, ne se fait pas sans difficultés. L'atmosphère est continuellement agitée, nos yeux se fatiguent très vite, si bien qu'un détail, à peine aperçu, disparaît aussitôt, et il faut une grande persévérance pour continuer le travail dans ces conditions. Parfois, la définition est tellement mauvaise qu'on aurait tort de se fier aux détails aperçus dans de tels moments. Dans la série de dessins que je présente aujourd'hui, j'ai exclu systématiquement tous ceux dont la définition n'était pas parfaite.

Dès les premières études de la planète pendant l'opposition récente, Mars m'est apparu, non comme un monde sillonné de traits sombres et droits, mais comme un globe nuancé de tons plus ou moins colorés et foncés.

Seules, les mers étaient assez bien délimitées; quant aux canaux, ils étaient larges, diffus, très dégradés sur les bords; leur couleur dominante était le vert-mousse assez foncé. De tels aspects sont impossibles à rendre avec le crayon: il faut se servir du pinceau; le flou du pastel rendrait mieux encore nos impressions.

Cette vision est loin de m'être particulière; les dessins de Secchi, de Lockyer, de Molesworth, du Rév. Phillips, de Denning, pour ne citer que quelques noms, montrent que, pour eux, le disque de la planète se présente souvent dans les mêmes conditions¹.

Toutefois, à partir de la première semaine du mois de mai, certains canaux ont eu tendance à devenir plus *linéaires*. On peut comparer, sous ce rapport, les dessins du 3 avril et du 9 mai. Le *Trivium Charontis*, qui était primitivement une large tache dégradée vert-foncé, est beaucoup moins étendu; les canaux qui y aboutissent deviennent étroits et plus nombreux. En juin, la partie sud du *Syrtris Major* est plus foncée, et les détails s'y accusent avec une netteté admirable.

D'une façon générale, le disque de la planète a présenté de *larges teintes* brillantes et foncées, et les canaux linéaires certains ont été l'exception.

Cette manière de voir ou d'interpréter n'est pas partagée par M. Lowell, et j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à mettre sous les yeux du lecteur deux dessins de la planète, pris à peu près à la même longitude, l'un extrait de mon agenda et sans aucune retouche, l'autre dû à M. Lowell (fig. 1).

Bien que les grandes lignes soient facilement identifiables, il demeure évident

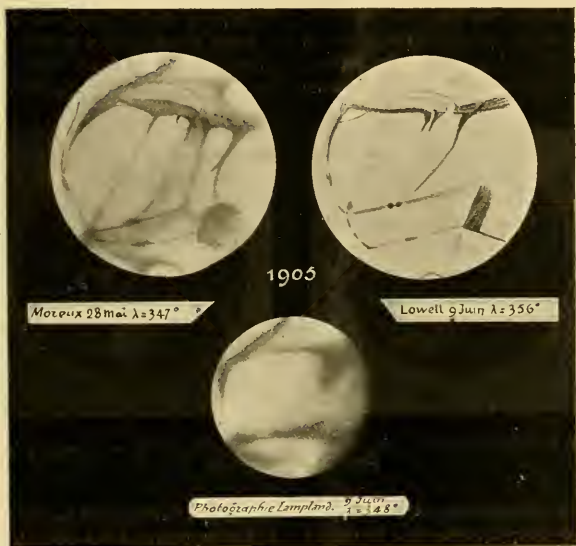


Fig. 1. — Vues de la planète Mars montrant les différences d'interprétation d'une même région dans les dessins de M. Lowell et de M. l'abbé Moreux. — En bas, la même région photographiée.

que nous ne voyons et ne dessinons de la même façon. Je m'attends à ce que M. Lowell me réponde que, l'instrument de Flagstaff étant très puissant, et l'atmosphère bien meilleure qu'en France, il peut voir ce qui échappe aux autres. Je n'en disconviendrais pas; mais alors ses dessins, s'ils sont tracés correctement, devraient, vus à une certaine distance, ressembler à ceux des autres observateurs et présenter de loin les teintes claires et sombres que nous constatons dans nos lunettes de moyenne puissance. Or, les dessins de cet astronome ne

¹ V. ces dessins dans *La planète Mars* de Flammarion. Au moment où cet article était prêt pour l'impression, le Rév. Phillips a publié, dans le *Journal de la British Astr. Assoc.*, no de juillet 1906, p. 347, quelques-uns de ses dessins pris à la dernière opposition. Certains d'entre eux sont tellement semblables aux miens qu'on les dirait une copie de ceux qui ont été publiés par moi-même dans cet article et dans le numéro de juillet du *Bulletin de la Soc. Astr. de France*.

montrent jamais rien de semblable, à quelque distance qu'on les regarde : ce sont toujours des lignes fines, doubles parfois, presque toujours droites ; les larges demi-tous en sont exclus. L'*Acidaliium Mare* n'a paru d'une forme autrement compliquée que celle dessinée par M. Lowell et n'a jamais été limitée à son angle gauche par deux axes rectangulaires.

Son instrument, en exagérant certains détails, simplifierait-il les autres ?

M. Molesworth est du même avis que moi lorsqu'il écrit ces lignes : « Quelques rares canaux, très peu nombreux, sont nets et linéaires. Ils sont en grande majorité diffus avec tous les grossissements, même quand on les voit avec une définition parfaite et dans les circonstances les plus favorables. Je ne puis regarder l'aspect délicat en forme de toile d'araignée montré sur les dessins de Lowell comme rendant vraiment l'aspect réel des canaux. »

C'est le cas de rappeler, à ce propos, les photographies obtenues au foyer du grand réfracteur de Flagstaff. L'essai tenté par

M. Lowell n'est pas absolument nouveau. La première photographie de Mars fut prise par Gould, en 1879, à Cordoba. En 1890, M. W. H. Pickering obtint aussi une bonne série au Mont Wilson (Californie). Sur l'un des clichés, la calotte polaire était très apparente, une surface terne l'entourait ; mais, à la place de cette dernière, le lendemain, on apercevait très nettement une surface brillant d'un grand éclat et continuant la calotte polaire enregistrée la veille. On en conclut un peu vite, peut-être, qu'une chute de neige avait envahi brusquement le territoire adjacent.

Quoi qu'il en soit, ces premiers essais étaient de nature à montrer le parti qu'on pouvait tirer à l'avenir d'un procédé qui avait déjà donné de sérieux résultats dans les autres branches de la science astronomique.

La question fut reprise à la dernière opposition par M. Lampland, de l'Observatoire de Flagstaff. Sur les clichés directs, le disque de la planète ne

dépasse pas 2 millimètres en diamètre ; c'est bien peu. Mais telles quelles, ces photographies sont intéressantes.

Nous avons eu entre les mains des agrandissements de trois fois environ des clichés directs. On y reconnaît de prime abord les configurations générales de la planète : les *mers* sombres y sont nettement accusées, ainsi que les larges *canaux*. Quant aux détails faibles, aperçus à l'aide de grands instruments, il ne faut pas songer même à les deviner. C'est pourtant en cela que résiderait tout l'intérêt présenté par les photographies, puisque, à l'heure actuelle, le débat se limite de plus en plus à l'existence réelle des canaux fins.

Aussi peu détaillées qu'elles soient, les photographies de M. Lampland ne laissent pas, cependant, de nous donner une précieuse indication. Elles

offrent un aspect se rapprochant bien plus des dessins de différents observateurs que de ceux de M. Lowell. On en pourra juger par la reproduction aussi exacte que possible que nous donnons de l'une d'elles (v. la fig. 1).

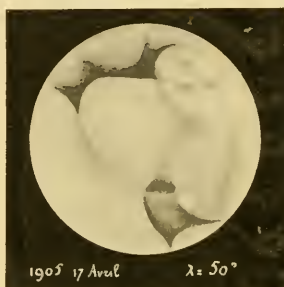


Fig. 2. — Région de la mer Acidaliennne (*Acidaliium Mare*). — Dessins pris à deux jours d'intervalle.

Les demi-teintes y sont parfaitement observées ; on a la sensation, en les voyant, d'un globe nuancé de tons très différents, et elles ne rappellent en rien les disques plats sur lesquels ont été dessinées des *toiles d'araignée*, suivant le mot de M. Molesworth.

M. Lowell prétend avoir vu un canal double ainsi qu'un lac : *Ismenius Lacus*. M. Crommelin, auquel M. Lowell a montré ses clichés, n'y a rien pu découvrir de semblable. N'oublions pas aussi que, de l'aveu de M. Lowell, on a dû employer des plaques à gros grains pour réduire suffisamment le temps de pose.

Après cette longue digression, je reviens à mes propres observations. Je laisserai de côté les détails, pour faire ressortir surtout les conclusions générales.

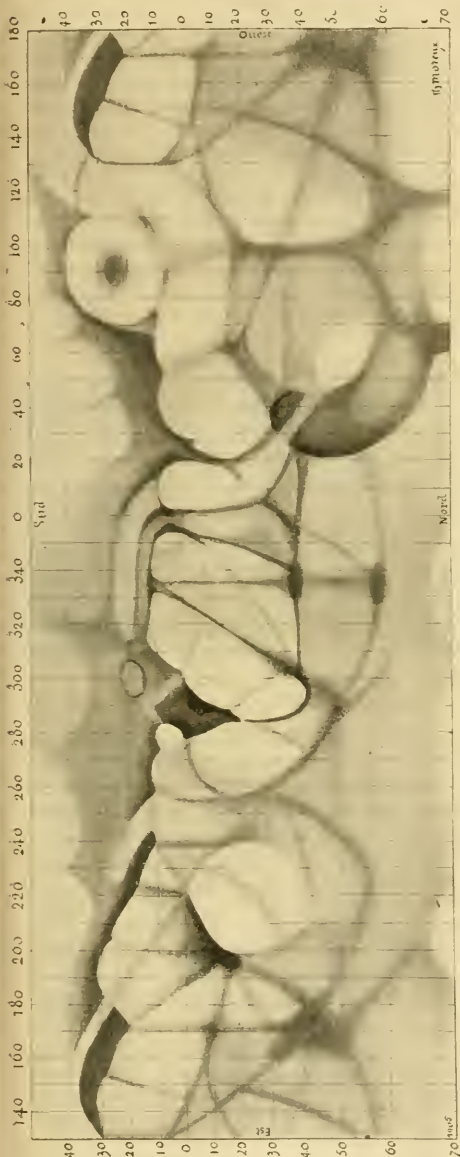
§ 2. — Les Mers.

Au début de l'opposition, toutes les surfaces appelées *mers* sont apparues avec une teinte uniforme bleu-vert, à l'exception de deux ou trois qui ont présenté plusieurs fois des tons bleu-violet très caractéristiques, et qui sont dus très proba-

blement à l'atmosphère. Nous reviendrons bientôt sur ce point important.

La teinte générale bleu-vert m'a semblé varier

paru très délimité dans les bonnes conditions atmosphériques terrestres et martiennes. Mais, à mesure que l'opposition avançait, le ton général



avec le diamètre de l'objectif employé; elle avait une tendance à tirer sur le bleu indigo avec les faibles ouvertures. Le bord des mers a toujours

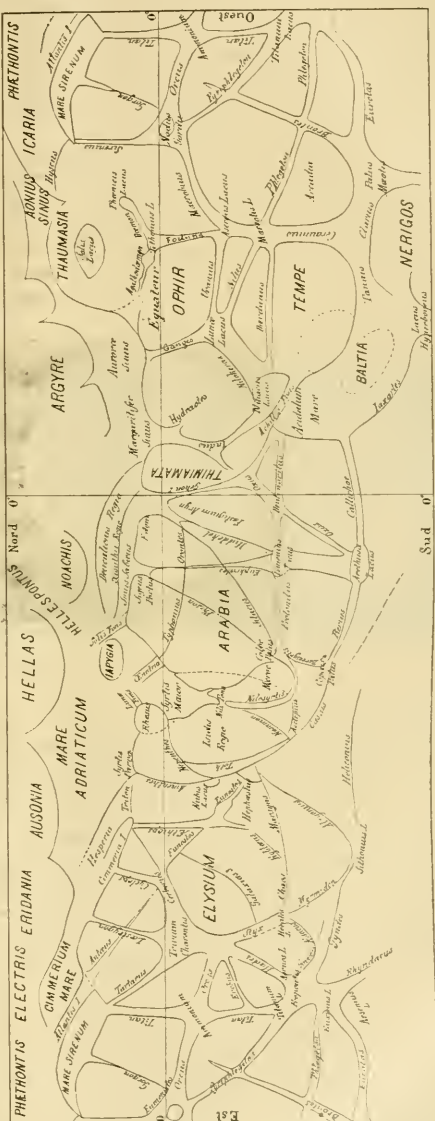


Fig. 3. — Planisphère de Mars (en projection de Mercator) montrant tous les détails aperçus pendant l'opposition de 1905. Dessin de Fabre Moreux à l'Observatoire de Bourges.

passa insensiblement au vert-brun, puis au brun-chocolat. Le Syrtis Major 'la mer du Sablier' en offrit un exemple très frappant. J'ai dit le ton

général, car, en étudiant attentivement la surface des mers, on voyait que leur teinte n'était pas la même dans leurs diverses parties, et paraissait obtenue par des touches différentes, variant selon toute une gamme de colorations, allant du bleu-foncé au vert et même au brun-rouge. On aurait dit d'une marquetterie irrégulière et compliquée aux compartiments colorés de façon diverse. La forme de toutes ces surfaces adjacentes m'a constamment échappé. Je suis porté à croire que, dans les grands instruments, cette forme est mieux saisissable; mais les grossissements employés dans ces occasions atténuent bien certainement les contrastes, et l'œil ne saisit que les limites des tons. C'est probablement l'explication du réseau compliqué aperçu et dessiné par M. Lowell.

Le passage du vert au brun-chocolat n'a pas été simultané pour toutes les parties de la planète : il y

reints d'aspect. Certains canaux pourraient parfaitement passer pour des mers, tellement est considérable leur étendue en largeur. Ainsi le *Ceraunius* a occupé pendant plusieurs semaines un espace de 10 degrés en longitude : c'était une tache presque aussi importante, quoique moins foncée, que la *Mare Acidalium*, et dont les deux bords non parallèles semblaient un peu plus verts que la région médiane. Le *Nilokeras* offrait aussi une très grande largeur, se confondant à l'une de ses extrémités avec le *Luna Lacus*. Parfois l'intervalle entre deux canaux aurait pu laisser croire à l'existence d'une véritable mer : c'est ainsi que toute la partie comprise entre *Uranus* et *Nilus* était plus sombre que les continents extérieurement adjacents. La seule différence appréciable entre les mers et les canaux consistait plutôt dans leurs bords, qui, toujours nettement délimités pour les mers, sont très estompés dans le



Fig. 4. — Région de la baie du Méridien à la fin du mois de mai.

a bien une variation saisonnière, mais les changements, loin de présenter un caractère systématique, ne sont pas consécutifs à la fonte des neiges polaires et ne s'opèrent pas régulièrement suivant les latitudes.

J'ai aperçu aussi très souvent des traînées blanches dans les mers; l'*Enotria* et le *Solis Pons* en sont de bons exemples. La baie du Méridien (*Fastigium Aryn*) ne m'a jamais paru aussi fourchue qu'on la représente habituellement; il y avait là un golfe très marqué d'une couleur foncée, où prenaient naissance deux canaux bien visibles.

§ 3. — Les Canaux et les Lacs.

En étudiant la planète Mars au commencement d'avril, j'ai été frappé par ce fait que bien peu de canaux étaient nettement indiqués; il fallait rester longtemps l'œil au télescope pour apercevoir quelques-uns d'entre eux sous forme de lignes étroites.

Le mot canal est d'ailleurs aussi mal choisi que possible, car on l'applique à des objets fort diffé-

cas d'un canal. En outre, cet estompage varie continuellement pendant le cours d'une même opposition. Le *Trivium Charontis* était, au début, une large surface vert-mousse, s'étendant dans toutes les directions et empiétant sur les différents canaux qui y aboutissent. Il fallait même parfois beaucoup de bonne volonté pour suivre la direction d'un canal à travers une région sombre. D'autres canaux, par contre, se détachaient sur un fond brillant rouge-jaunâtre, semblant être formés de taches alternativement grandes et petites, rappelant des nœuds foncés distribués irrégulièrement dans une direction déterminée. Parmi ces derniers, quelques-uns pouvaient à peine être distingués. Toute la région nord de *Thaumasia* était dans ce cas. A la fin de l'opposition, beaucoup de canaux, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, avaient acquis une netteté extraordinaire; par contre, certains autres étaient tellement estompés qu'ils avaient presque disparu. Là encore aucune variation systématique suivant les latitudes.

Pendant trois nuits consécutives, l'*Elysium* a pré-

senté un *canal* (trait sombre) qui n'est marqué sur aucune carte et auquel j'ai donné le nom de *Galaxias III*. L'une autre nuit, j'ai aperçu un trait curviligne irrégulier assez sombre reliant la partie méridionale du *Syrtis Major* avec le *Colo Palus*. Je ne vis rien d'analogue les nuits suivantes.

Quant aux canaux doubles, je ne les ai pas aperçus durant toute l'opposition.

En résumé, les canaux ont revêtu toutes les apparences : se présentant le plus souvent larges et diffus, très estompés sur les bords et sans limites arrêtées ; tantôt aussi sous forme de traits bien accusés, nets et linéaires ; parfois, enfin, quoique plus rarement, suivant des lignes irrégulières à nodosités.

A leur intersection, je n'ai jamais aperçu de points sombres — taches rondes et oasis de M. Lowell. La carte que j'ai donnée (fig. 3) ne peut rendre avec exactitude les configurations de la planète à un moment donné ; car j'ai été obligé de marquer tous les détails notés successivement durant quatre-vingt-dix-huit nuits d'observation.

En un mot, lorsqu'on étudie Mars sans parti pris, sans idée préconçue, on n'est nullement surpris des détails qu'on y remarque. Leur forme, leur couleur, les changements qu'on y constate m'ont paru très naturels, et je m'imagine volontiers que, pour un spectateur placé sur la Lune par exemple, la Terre, abstraction faite de la diffusion atmosphérique, se présenterait sous des formes analogues à celles que nous voyons sur la planète Mars.

Evidemment, nous ne savons pas ce que contiennent les canaux et les mers de Mars ; mais l'hypothèse d'une végétation martienne, appuyée sur le fait certain des variations saisonnières, me paraît de nature à satisfaire toutes les exigences. On a parlé de déplacements des lignes de rivage, de lacs nouveaux, de canaux changeant leur cours, etc... Tout ceci peut s'expliquer par une extension variable de la flore suivant les mois, les années, les époques.

En supposant l'atmosphère de Mars plus raréfiée que la nôtre, — ce qui paraît bien certain, — il demeure évident que l'influence de la radiation

solaire sur le sol martien s'y fait plus sentir que chez nous ; or, nous savons aujourd'hui à quel point cette radiation est inconstante ; ses effets sont donc éminemment variables.

Pour la Terre, c'est une vérité qui n'a pas besoin de démonstration ; la distribution des pluies suivant les époques, les hivers doux ou rigoureux, la chaleur torride de certains étés, le nombre des cyclones et des tempêtes, etc..., dépendent sûrement de l'état du Soleil. A plus forte raison, ces différences seraient-elles plus accusées si notre atmosphère et sa vapeur d'eau abondante n'étaient point là pour régulariser et répartir plus uniformément la chaleur reçue.

Mars nous paraît donc dans des conditions vraiment privilégiées pour refléter les variations solaires, et il n'est pas étonnant qu'on y observe

d'année en année de très sérieux changements dans la répartition des teintes verdâtres. Une étude plus attentive de notre voisine à ce point de vue particulier serait probablement féconde en résultats.

Il ne faudrait pas cependant

s'exagérer l'importance des variations topographiques. Nous savons depuis longtemps qu'on peut considérer comme fixes les grandes lignes de la géographie martienne. Les changements ne doivent porter que sur d'insignifiants détails. Telle année, par exemple, certains canaux se montreront nettement, alors que les années suivantes ils seront à peine visibles, et fort difficiles à identifier. A telle opposition, certains dessinateurs noteront que la *mer du Sablier* est apparue sous une certaine forme, s'accordant mal avec celle des années précédentes, etc...

Dans ces faits, qui paraissent réels et dont nous ne discuterons pas l'authenticité, on ne tient pas assez compte des variations survenues au cours d'une même opposition. J'ai été à même de constater, en 1905, des variations rapides dans la forme du *Syrtis Major* et dans le territoire adjacent au Nord. Des dessins faits à un mois de distance (comparez les dessins du 5 mai avec ceux des 2 et 3 juin) pourraient fort bien passer pour des variations annuelles. Il y aurait donc lieu de regarder les



Fig. 3. — Région d'Elysium et du Trivium Charontis. — Dessins pris à un mois d'intervalle.

choses d'un peu plus près et de voir s'il n'y aurait pas là le fait de variations saisonnières. Il faudrait donc tenir compte des dessins pris pendant toute une opposition et ne pas se contenter de choisir certains d'entre eux comme on a coutume de le faire. Il faudrait aussi que chaque observateur multipliât le nombre de ceux-ci afin d'avoir une série bien complète.

§ 4. — L'atmosphère de Mars.

Nous sommes amené naturellement à parler des conditions dans lesquelles nous devons travailler lorsque nous étudions la planète Mars.

On répète généralement depuis près d'un siècle que l'atmosphère martienne est d'une admirable pureté, et cette affirmation, basée sur les dires de certains astronomes, a conduit dans l'étude de Mars aux plus déplorables conséquences. Voici

jamais manqué de les noter sur mon agenda. J'en citerai trois exemples : A la fin d'avril, les régions entourant le pôle boréal (celui du bas sur les figures) étaient très indistinctes; le phénomène dura plusieurs jours (voir le dessin du 2 mai), et ce n'est que le 3 mai suivant que la planète reprit son aspect antérieur (fig. 7).

Le 10 mai, par une très belle nuit, je pus dessiner un grand nombre de détails; même aspect le jour suivant: les 12 et 13 mai, malgré un ciel très pur et une définition parfaite, tout était changé. A part un coin de l'hémisphère austral se détachant très net, tout le reste était flou; la plupart des canaux restèrent invisibles pendant plusieurs jours. On eût dit que la planète était recouverte d'un verre finement dépoli (fig. 8).

Le 18 mai, une teinte blanchâtre envahissait les régions australes, tandis que les régions boréales,



Fig. 6. — Région de la mer du Sahlier (Syrtis Major) au commencement de juin, montrant l'apparition des canaux fins.

comment : Lorsqu'un observateur n'aperçoit que des détails confus sur la planète, l'idée que ce manque de netteté provient de l'atmosphère terrestre le décourage aussitôt; n'ayant devant les yeux qu'une mauvaise image, il a vite fait de fermer sa coupole et de remettre à un moment plus favorable l'inspection du disque informe aperçu dans son équatorial.

Il y aurait cependant mieux à faire; une étude attentive le persuaderait que, sept fois sur dix, le manque de netteté n'est pas attribuable à une mauvaise définition. Bien souvent, en effet, les bords de la planète sont fort nets, sans oscillations appréciables, sans déformation d'aucun genre. Si les détails du sol martien ne peuvent être facilement entrevus, cela tient simplement à la présence de brouillards sur Mars. Tout informe qu'il soit, un dessin pris dans ces conditions est aussi précieux et non moins instructif qu'une vue détaillée de la planète.

Pendant la dernière opposition, j'ai aperçu des cas de ce genre à différentes reprises et je n'ai

antérieurement voilées, apparaissaient avec une foule de détails; deux jours après, le disque entier disparaissait dans la brume (fig. 9).

Ces exemples, que je pourrais multiplier, fournissent la preuve certaine que l'atmosphère martienne n'est pas aussi limpide qu'on s'était plu à l'imaginer. Tous les trois ou quatre jours, j'ai constaté la présence de brouillards paraissant sur des régions différentes.

J'ai pu constater aussi un autre effet bien curieux, qui n'a pas encore été signalé d'une façon aussi complète à ma connaissance : c'est la coloration de certaines régions par la couche atmosphérique. Ces colorations se sont présentées dans les parties voisines des pôles.

Le 3 avril, une teinte bleu foncé recouvrait la *Mare Cimmerium* et la *Mare Sirenum*; la presque importante *Hesperia*, qui sépare ces deux mers, était invisible et disparaissait sous un voile coloré; même teinte moins accentuée près du pôle boréal. Cette coloration bleue, déjà signalée par quelques observateurs, me parut étrange au premier abord

et je ne m'expliquai pas comment une presque aussi visible qu'*Hesperia* pouvait en être affectée au point de disparaître.

Cette couleur s'effaça peu à peu les jours suivants, mais elle reparut le 17 avril dans des conditions vraiment curieuses. Cette fois, elle ne cachait aucun détail des configurations de la planète; elle était foncée, mais le bleu tirait sur l'indigo et s'atténuait peu à peu vers la région de *Thaumasia* pour finir par des tons roses affaiblis. Une coloration analogue était encore visible au pôle boréal. Je pensai sérieusement que mon objectif était mal centré, que les variations de température en étaient la cause, et que ces colorations étaient dues à un manque de parallélisme entre l'oculaire et l'objectif. Vérification faite, le centrage était demeuré parfait et il n'y avait là aucune coloration attribuable à l'instrument. Dès le lendemain, d'ailleurs, le voile coloré avait disparu et je ne le revis que le 18 mai suivant, mais dans des conditions telles que le doute n'était plus per-

mis. *Thaumasia* était nettement coupée transversalement par une bande bleu-violet ne cachant aucun détail, s'étendant sur toute la calotte com-

prise entre le pôle austral et le vingt-cinquième parallèle, et affectant aussi bien les mers et les îles que les continents (v. le dessin du 18 mai).

Orilestinadmissible qu'un ton si uniformément répandu soit dû à une même coloration, qui appartiendrait à des objets aussi disparates que les mers, les îles, les détroits et les continents! Il est plus inadmissible encore que tous ces objets puissent varier de tous simultanément d'une nuit à l'autre, et cela à partir d'un parallèle donné. Il faut évidemment que la teinte soit due à l'atmosphère de la planète.

Cette explication s'accorde parfaitement avec ce que nous savons des teintes remar-

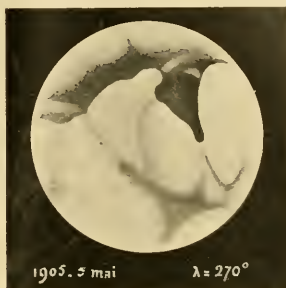
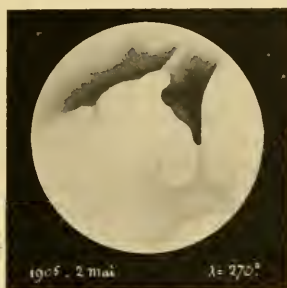


Fig. 7. — Région de la mer du Sahlier (*Syrtis Major*). — A gauche, envahie par la brume; à droite, vue distinctement.



Fig. 8. — Région de la mer des Sirènes (*Mare Sirenum*). — A gauche, vue distinctement; à droite, envahie par un épais brouillard.

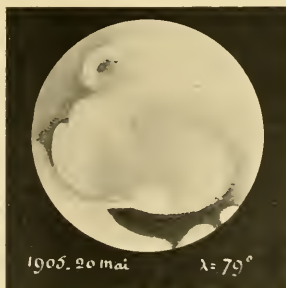
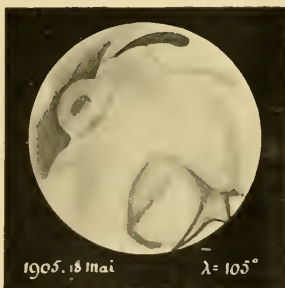


Fig. 9. — Région de la mer Acidaliennne (*Mare Acidalius*). — A gauche, vue distinctement; à droite, envahie en partie par le brouillard.

tre propre atmosphère. Je renverrai le lecteur au travail de M. Sagnac déjà cité plus haut. Je me contenterai de donner les conclusions sommaires de son étude :

Le bleu du ciel ne dépend pas d'une coloration propre de l'atmosphère; il s'explique par la diffusion des radiations solaires sur des particules atmosphériques invisibles au microscope.

Ces particules différentes peuvent être *les molécules mêmes des gaz de l'air*; et le bleu du ciel provient alors et surtout des couches atmosphériques les plus élevées.

La raréfaction de l'air favorise donc le phénomène. Il y a plus; M. Sagnac a montré, par des expériences très délicates, que l'atmosphère diffuse surtout les radiations violettes et ultra-violettes, et, si notre rétine était plus sensible aux radiations de petite longueur d'onde, le ciel nous paraîtrait d'une belle couleur violette.

Or, sur la planète Mars, qui nous présente une enveloppe gazeuse très raréfiée, ces tons bleus doivent s'accroître vers l'extrémité violette du spectre et, en effet, les colorations bleues ont toujours été mélangées d'indigo et de violet. Le fait que ces tons bleus sont surtout visibles dans les contrées polaires s'expliquerait assez bien par la considération d'un état hygrométrique moins accentué dans ces régions.

§ 5. — La Température de Mars.

Aucun sujet, si ce n'est la gémation, n'a été aussi discuté dans l'Aréographie que la température de la planète. Les éléments de cette étude paraissent au premier abord très discordants et, de plus, fort difficiles à analyser. Comment concilier, par exemple, la fonte complète des neiges formant les caps polaires de Mars avec ce fait que la chaleur reçue du Soleil par l'hémisphère boréal martien est à celle de l'hémisphère terrestre correspondant dans le rapport de 13 à 100?

M. le Colonel du Ligondès a essayé de tourner la difficulté en admettant que, si Mars a une température supérieure à celle de la Terre, eu égard à sa distance au Soleil, le supplément de chaleur doit provenir de couches profondes¹. Nous ne le suivons pas dans le développement des raisons qu'il invoque; il sera plus utile d'aborder immédiatement la question au point de vue théorique. Nous verrons ensuite si ces conclusions peuvent s'accorder avec notre connaissance des faits dûment enregistrés.

Dans une étude récente sur la *Radiation dans le Système solaire*², le Professeur J. H. Poynting a cherché, par l'application de la loi de Stéphan, à se faire une idée des températures des différentes

planètes. Voici quelques chiffres très instructifs:

Vénus aurait une température moyenne de $+85^{\circ}\text{C.}$; la Terre $+27^{\circ}$; Mars -30° . Enfin, sur la planète Neptune, le froid correspondrait à 219° au-dessous de zéro.

Ces nombres paraîtront bien près de la vérité si nous considérons que la température moyenne de la Terre est à 10° près celle que fournit l'application de la loi de la quatrième puissance.

Le calcul donne en effet $+27^{\circ}$ pour un petit corps noir placé à la distance de la Terre, alors qu'en fait la température moyenne paraît être $+17^{\circ}\text{C.}$ environ. Cette différence provient de ce que la Terre est beaucoup trop grande pour que la distribution de la chaleur par conduction joue un rôle sérieux dans l'égalisation des températures en différentes régions. D'autre part, cependant, la rotation du globe assure une température à peu près uniforme à une latitude donnée et les mouvements de l'atmosphère tendent à distribuer également la chaleur reçue. La Terre doit donc posséder à peu près la température du petit corps noir à la même distance; mais, comme elle réfléchit une fraction de la radiation solaire, sa température moyenne sera forcément un peu supérieure. Nous pouvons raisonner de même par analogie pour la planète Mars, en supposant toutefois, ce qui n'est probablement pas, que les conditions de constitution physique du globe martien sont les mêmes que sur la Terre.

Voyons cependant les résultats; nous les discuterons ensuite. D'après les considérations précédentes, il faudrait descendre de 10° environ la température calculée, ce qui donnerait pour la température moyenne 37° au-dessous de zéro.

Etant données les températures extrêmes observées sur la Terre, on peut calculer par analogie les températures sur Mars.

Pour l'air, voici les chiffres auxquels nous sommes arrivés. À l'équateur de Mars, la moyenne serait de 23° degrés au-dessous de zéro, tandis que le maximum atteindrait facilement la température de la glace fondante et la dépasserait même de quelques degrés.

Aux pôles, le maximum serait voisin de -36° et la température minima descendrait à plus de 100° au-dessous de zéro.

Quant à la chaleur du sol, on sait qu'elle est souvent bien supérieure à celle de l'atmosphère avoisinante.

Dans son expédition vers le Pôle nord, Naansen a constaté qu'un thermomètre exposé au Soleil sur un traineau marquait $+31^{\circ},5\text{C.}$, alors que la température de l'air était de -41°C. , soit une différence de $42^{\circ},5$.

Sur Mars, dans les régions polaires, la tempéra-

¹ De Ligondès: Essai sur la constitution physique de Mars. *Bulletin de la Soc. Belge d'Astr.*, n° 8, 9, 10 et 11 (1898); V. aussi. Considérations sur l'état physique de Mars (23 et 30 avril 1898).

² Radiation dans le système solaire. *Nature* du 20 sept. 1904.

türe du sol pourrait donc dépasser 5° au-dessus de zéro, ce qui suffirait pour fondre la neige tombée.

A l'équateur, le sol peut présenter des températures bien supérieures et probablement voisines de + 16° C.

Ces chiffres, loin d'être exagérés, ne tiennent pas compte de la pression atmosphérique, qui paraît être trois fois moins forte sur Mars que sur la Terre. La radiation solaire y est donc moins arrêtée que chez nous, si bien que les températures, pendant la journée doivent être de ce fait plutôt augmentées dans une bonne proportion.

Cette raréfaction doit aussi favoriser très énergiquement la vaporisation de l'eau contenue sur la planète, et accumuler la chaleur latente; nous touchons là sans doute l'un des points les plus importants de la Météorologie martienne, probablement fort différente de la nôtre; grâce à cette basse pression, l'eau peut à peine rester à l'état liquide. Pendant la journée, elle doit demeurer à l'état de vapeur saturante dans l'atmosphère, ce qui explique la limpidité de celle-ci. Le froid brusque de la nuit, ou même la moindre variation de température, doit amener immédiatement la production de brumes ou de brouillards plus ou moins opaques réfléchissant la lumière blanche. C'est précisément ce que nous observons sur les bords de la planète, c'est-à-dire au soleil levant ou au soleil couchant. Un froid plus rigoureux précipite la vapeur d'eau en flocons de neige ou la fait se déposer sous forme de gelée blanche; différentes régions semblent même en être couvertes d'une façon continue; ce sont, sans doute, de hauts plateaux. Les neiges polaires elles-mêmes ne sauraient atteindre une forte épaisseur, car la considération d'un été deux fois plus long que les nôtres ne pourrait expliquer la fonte parfois complète des calottes polaires.

Au pôle nord de la Terre, dans l'Inlandsis du Groenland, les sondages faits par Nanssen ont, en

effet, montré que les plus fortes journées d'été ne peuvent produire une fusion notable de la couche neigeuse.

Dans les régions tempérées ou tropicales de Mars, l'eau saturant l'atmosphère doit, pendant la nuit, se déposer sous forme de rosée très abondante, et c'est probablement la seule manière dont les plantes, si elles existent, s'alimentent de cette substance indispensable à la vie organique.

Le Soleil ne parvient pas toujours à dissiper les brumes formées la nuit. Nous avons vu combien les brouillards sont abondants sur la planète et quelle étendue ils recouvrent. Cette présence de brumes persistant parfois plusieurs jours pourrait nous fournir une hypothèse plausible de la gémination. Quoi d'étonnant, en effet, à ce que, vers l'automne de la planète, les grandes vallées soient envahies par des brouillards que la radiation solaire, trop faible alors, serait impuissante à dissiper! Ces brumes, accumulées dans les bas-fonds, laisseraient à découvert les flancs plus élevés, dont la végétation n'aurait pas encore entièrement disparu et qui nous apparaîtraient comme deux traits grossièrement parallèles.

C'est l'explication la plus simple de la gémination, si tant est que ce phénomène existe réellement. De même, les canaux blancs visibles sur les grandes étendues sombres, improprement appelées mers, n'auraient pas d'autre origine.

Sans vouloir viser à la prétention d'expliquer entièrement ce que l'on est convenu d'appeler « l'énigme martienne », il me semble que ces quelques considérations sont de nature à jeter un certain jour sur les faits dûment constatés. Une étude plus attentive de ce monde rapproché, étude que nous devons faire sans parti pris, nous initiera peu à peu, il faut l'espérer, aux secrets qu'il a cachés jusqu'ici aux générations qui nous ont précédés.

L'Abbé Th. Moreux,

Directeur de l'Observatoire de Bourges.

LES ONDES HERTZIENNES APPLIQUÉES A LA DIRECTION DES BALLONS

Au moment où le problème de la direction des ballons provoque tant d'audacieuses tentatives, et où, d'autre part, la télégraphie sans fil, grâce aux patientes recherches des savants, passe de plus en plus du domaine de la théorie dans celui des applications pratiques, il est intéressant de se rendre compte combien ces deux questions peuvent, jusqu'à un certain point, se rattacher l'une à l'autre par des liens communs.

Pendant que la télégraphie sans fil perimet aux aéronautes, isolés dans les hautes régions de

l'atmosphère, de communiquer avec la terre, c'est surtout au moyen des aérostats que la télégraphie sans fil est susceptible d'étendre son champ d'action et que les ondes hertziennes peuvent franchir des espaces qui, jusqu'alors, avaient été inaccessibles pour elles.

Mais voici qu'un autre problème se pose et qu'on songe à utiliser ces ondes pour la direction des ballons. M. Tesla vient de soulever cette question et cherche à attirer de nouveau l'attention sur cette application si spéciale des vibrations électri-

ques se transmettant librement à travers l'espace.

L'idée a paru nouvelle : elle ne l'est pourtant pas, et M. Tesla n'en a pas la primeur. La réalisation de cette idée a été tentée par d'autres et n'est qu'un cas très particulier de l'application des ondes hertziennes à la télé mécanique. Si, dans cet ordre de conceptions, tout nous paraît inédit et tout nous surprend, c'est que jusqu'ici nous avons été habitués à voir l'électricité ne transmettre la force à distance qu'au moyen d'un système plus ou moins compliqué de câbles et de fils.

« Malgré la répétition fréquente des « faits divers » qui rappellent le nouveau mode de communication, il faudra encore quelque temps, écrivait récemment M. Branly, pour qu'il nous devienne familier : l'habitude, que notre pensée a prise, de suivre les dépêches sur les câbles suspendus le long des voies ferrées, nous fait trouver étrange la suppression des fils de ligne. Cependant, la télégraphie sans fil aurait pu devancer de beaucoup la télégraphie ordinaire, car elle procède de l'étincelle électrique, et l'étincelle, cette faible réduction de l'éclair orageux, n'est pas née d'hier. L'étincelle est, en effet, une matière vibrante d'une nature spéciale, et cette vibration, qui traverse le vide, l'air, l'eau pure, les murs, qui est arrêtée par les écrans métalliques et l'eau salée, se propage dans le milieu environnant avec l'énorme vitesse de la lumière. Mais, il ne suffit pas qu'une vibration voyage dans l'espace et nous rencontre pour qu'elle nous impressionne. Nous servons peut-être de cibles à des vibrations de tout genre, ahurissantes : nous ne les percevons pas, parce que nous n'avons pas pour elles d'organe de sensibilité particulière, comme l'oreille pour le son, l'œil pour la lumière. Il a fallu la découverte, au laboratoire, d'un *œil électrique* pour que les vibrations électriques nous fussent manifestées et utilisées ensuite dans la télégraphie sans fil. »

Nul ne paraît mieux autorisé que M. Branly, créateur de cet *œil électrique* qui est le tube à limaille, pour exposer ainsi les raisons qui ont fait ignorer pendant si longtemps la propagation des ondes hertziennes à travers l'espace. Il a fallu cette découverte du tube à limaille, permettant la manipulation des phénomènes de télégraphie et de télé mécanique sans fil, pour voir aussitôt les Marconi, les Popoff, les Tesla, les Octave Rochefort, les Torrès, etc., et M. Branly lui-même se livrer à cette étude si passionnante de l'action exercée à distance par les ondes électriques.

tion des ballons par les ondes hertziennes. Pour passer du général au particulier, il n'y a plus qu'un pas à faire. Or, on sait que, dans la télégraphie sans fil, le poste d'arrivée consiste en un circuit de pile contenant un tube à limaille et un récepteur Morse. L'attraction de la palette de contact d'un électro-aimant, chaque fois que le tube à limaille, influencé par les ondes hertziennes, laisse passer le courant électrique, n'est-ce pas là une première application de la télé mécanique sans fil ? Mais, ce n'est pas le seul mouvement qui puisse être ainsi actionné à distance, et les ondes électriques peuvent produire les actions mécaniques les plus variées : incandescence de lampes électriques, explosion de mines, lancement de torpilles, élévation de poids, mouvements de leviers ou d'organes quelconques par l'intermédiaire d'électro-aimants. Qui empêche dès lors d'employer ces ondes à diriger de loin le gouvernail d'un ballon et à en faire les précieuses auxiliaires de la navigation aérienne ?

Pour des applications de ce genre, il est nécessaire que l'agent transmetteur puisse agir sur le poste récepteur, sans que la présence d'un opérateur y soit nécessaire, et y réaliser successivement, et dans un ordre déterminé, des phénomènes mécaniques différents dans des circuits séparés. Divers appareils spéciaux ont été construits dans ce but. Ils consistent, par exemple, en un axe distributeur tournant, entraînant dans son mouvement des disques conducteurs isolés les uns des autres, chacun de ces disques commandant l'ouverture ou la fermeture d'un circuit correspondant à l'un des effets mécaniques à obtenir : la circonférence du disque est ralliée sur un secteur, qui, à chaque tour de l'axe, appuie pendant un temps plus ou moins long sur une tige à ressort et ferme ainsi le circuit correspondant. Il existe même des dispositifs très ingénieux permettant d'aviser l'agent transmetteur de l'effet qu'il a produit : une sorte de télégraphe automatique, commençant à fonctionner en même temps que le moteur du poste-récepteur, actionné par les ondes hertziennes, provoque la production d'étincelles, qui sont autant de signaux parvenant au poste de départ et s'y inscrivant sur un récepteur Morse. On comprend l'importance de tels dispositifs au point de vue de la sûreté de manœuvres de l'agent transmetteur, agissant souvent à plusieurs centaines de kilomètres de distance du poste récepteur.

II

L'analogie existant entre la direction d'un aérostat et celle d'un bateau par l'intermédiaire d'un gouvernail donne une nouvelle actualité aux

travaux et expériences faits dans cet ordre d'idées par l'ingénieur Torrès.

Dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 3 août 1903, ce savant faisait la description détaillée d'appareils de son invention, appelés *télékines*, ayant pour but de commander de loin la manœuvre d'une machine, notamment d'un gouvernail, et de produire ainsi plusieurs mouvements différents. Le *télékine simple* sert, à chaque signal transmis, à faire avancer d'un pas une aiguille tournant sur un cadran et commandant un servo-moteur électrique. L'aiguille entraîne un ou plusieurs balais, glissant sans frottement appréciable sur un disque garni de plots : sa position détermine l'établissement ou l'interruption des contacts pouvant avoir lieu entre les balais et les plots et règle, par ce fait, la marche du servo-moteur. Le *télékine multiple* permet de manœuvrer plusieurs appareils avec un seul transmetteur de télé mécanique sans fil, par l'intermédiaire d'un distributeur, qui fait que chaque signal peut agir seulement sur l'appareil auquel il est destiné et non pas sur un autre. Dans son application à la direction des bateaux, M. Torrès faisait agir directement le servo-moteur sur le gouvernail, de façon à orienter le bateau à volonté. Dans sa communication à l'Académie des Sciences, il faisait ressortir que la même application pourrait être faite à la direction des ballons et à celle des torpilles sous-marines.

D'autre part, un ingénieur français, M. Lalande, développait tout récemment l'exposé d'un système de commande à distance sans fil : « Nous avons un but, dit-il. Nous voulons commander, au moyen des ondes électromagnétiques ou hertziennes, un navire spécial, sans personnel à bord, que nous avons appelé *engin porte-torpilles sous-marin*. Il nous faut, à distance et sans fil, opérer la manœuvre nécessaire au moment opportun... Notre but n'est pas de transporter la force, mais de l'asservir, de la faire agir au moment voulu, de régler la durée comme la puissance de son action. » L'appareil qui, dans le système Lalande : « reçoit l'ordre envoyé par les ondes, qui le transmet fidèlement, qui en assure l'exécution rapide », est un relais multiple pour commandes à distance sans fil, se composant d'un électro-aimant, monté dans le poste de réception à la place du Morse. Cet électro-aimant attire une armature à l'extrémité de laquelle est un style. Lors de l'excitation de l'électro, ce style s'abaisse sur la périphérie d'un plateau en matière isolante, portant sur son pourtour un certain nombre de contacts régulièrement espacés ; et c'est par l'intermédiaire de ces contacts que sont commandés les divers mouvements à exécuter par le poste récepteur. Il est évident que

l'appareil Lalande pourrait tout aussi bien s'appliquer à la navigation aérienne qu'à la navigation sous-marine.

III

Dans ces transmissions à distance, les perturbations des ondes hertziennes par d'autres postes de télégraphie sans fil présentent évidemment de grandes difficultés, qui sont surtout à redouter en temps de guerre ; or, c'est principalement dans un but militaire que l'on pousse les études et les expériences relatives à la direction des ballons. Ces perturbations auraient donc le plus grand inconvénient pour la navigation aérienne. On cherche à remédier à cela par la syntonisation, c'est-à-dire en faisant en sorte que le poste d'arrivée ne fonctionne que pour une longueur d'ondes déterminée, celle des ondes émises par le poste expéditeur. Bien qu'on ait fait de grands progrès à ce point de vue, la syntonisation n'a pu être obtenue encore d'une façon rigoureuse. D'ailleurs, il semble que cette précaution soit illusoire. Il existe, en effet, des appareils appelés *explosateurs-perturbateurs*, où l'on peut faire varier d'une façon continue et arbitraire les éléments de l'accord ; et rien de plus simple, ainsi que le fait remarquer notamment M. Branly, que de le faire passer par l'accord spécial aux deux postes en communication, à intervalles assez rapprochés pour rendre impossible la préservation sur laquelle ces postes croyaient pouvoir compter.

IV

En résumé, le problème de l'application des ondes hertziennes à la direction des ballons est loin encore d'être résolu d'une façon pratique ; mais des recherches très sérieuses sont faites dans ce but, et si jusqu'ici les appareils destinés à cette commande à distance sont plutôt des appareils de laboratoire que des appareils prêts à être mis en œuvre, faut-il en conclure que la question restera toujours sans solution ? Des idées beaucoup plus hardies que celle-là ont été réalisées : pourquoi celle-ci ne le serait-elle pas ? Toutes les applications industrielles n'ont-elles pas commencé par des expériences de laboratoire ?

Les dernières conquêtes du progrès moderne ont donné si souvent tort aux sceptiques et aux pessimistes qu'il nous est permis, croyons-nous, de suivre avec confiance les recherches persévérantes d'hommes de valeur mettant leur science au service de l'humanité.

G. de Lamarcodie,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique,
Professeur à l'Ecole d'Electricité
et de Mécanique industrielles de Paris.

REVUE ANNUELLE DE MÉDECINE

I. — PHYSIOLOGIE ET PATHOLOGIE DU PANCRÉAS.

Le tissu du pancréas est formé d'une agglomération de petits grains, dont chacun est un lobule glandulaire. Ces lobules sont constitués par des culs-de-sac en forme de tubes courts ou de petites cavités arrondies, bordés de cellules, destinées à sécréter le suc pancréatique. Examiné au microscope, le lobule n'a pas toujours un aspect uniforme. Sur une coupe colorée, on voit des plages claires, composées de cellules plus petites que les cellules sécrétantes et d'une coloration beaucoup plus pâle. Parmi les grosses cellules orientées autour d'une cavité, il y a des îlots de petites cellules : elles sont disposées en un fin et long tube pelotonné. C'est l'îlot de Langerhans.

On n'est pas encore exactement fixé sur le fonctionnement et la valeur physiologique et pathologique des îlots de Langerhans. Certains conduits excréteurs semblent s'y perdre comme pour en recueillir les produits de sécrétion. Mais la grande majorité des auteurs admettent que leur sécrétion ne se déverse pas dans l'intestin en suivant les ramifications canaliculaires. On pense qu'elle est reprise par les capillaires sanguins et s'épanche directement dans la circulation, constituant ainsi l'exemple précis d'un appareil glandulaire à sécrétion interne. La disposition des cellules de ces îlots, chez certains animaux, comme l'a démontré Laguesse chez la Vipère, est inverse de celle des cellules sécrétantes. Le pôle cellulaire qui porte les grains de sécrétion est tourné vers les capillaires au lieu de regarder vers la lumière de la cavité sécrétante. En outre, Laguesse a récemment établi que les acini glandulaires pouvaient, chez l'homme, se transformer en îlots de Langerhans et qu'inversement ceux-ci pouvaient reformer, reconstruire des cavités sécrétantes. Curtis, Gellé et Wotzold, en confirmation de ces données, ont vu dans le pancréas de diabétiques de nombreuses formes de passage entre l'acinus et l'îlot de Langerhans. De cette disposition anatomique, il suit que le pancréas sécrète un suc complexe, dont une partie constitue la sécrétion externe et va à l'intestin, et l'autre, la sécrétion interne, passe dans le sang.

§ 1. — Sécrétion externe.

La sécrétion externe donne le suc pancréatique, dont la présence et les réactions réciproques sur le suc intestinal et sur le chyme gastrique vont parfaire les actes les plus importants de la digestion. Le pouvoir digestif de ce suc est dû à des ferments.

Il y a trente ans, on n'en connaissait que trois, qui devaient fragmenter tous les édifices moléculaires que sont susceptibles de contenir les aliments. Leur nombre s'est accru : il augmentera encore. Aujourd'hui on connaît : 1° la *trypsine* (ou mieux *prototrypsine*) ; 2° l'*amylase* ; 3° la *lipase* ; 4° une *maltase* ; 5° une *lactase*, particulièrement abondante chez les chiens nourris au moyen du lait ; 6° une *écrepsine*, qui scinde les albumoses et les peptones ; 7° une *lab-ferment* (identique à la trypsine pour Pavlov).

Tous ces ferments ne se trouvent pas forcément dans le suc pancréatique, ni en valeur constante pour chaque digestion. Certains d'entre eux ne sont, pour ainsi dire, sécrétés qu'*électivement*, suivant les besoins d'une digestion déterminée et proportionnellement à la qualité des aliments qui se présentent à la digestion. C'est pourquoi d'autres ferments s'ajouteront encore à cette liste, car nous ne savons pas du tout quelles sont les ressources dont dispose une cellule pour la production des ferments utiles. Ces ressources peuvent varier suivant les cas et sous des influences diverses. La substance vivante s'adapte à un grand nombre de réactions variées, dont beaucoup ne sont pas encore parvenues dans notre horizon scientifique.

Quand le suc pancréatique vient sourdre à l'orifice du canal de Wirsung, dans l'ampoule de Vater, il n'est pas complètement propre à toutes ces actions. Il faut qu'il subisse lui-même certaines modifications. C'est ce que Pavlov a montré en observant le renforcement de la trypsine par l'action du suc intestinal. Il attribue ce renforcement à la transformation de la prototrypsine élaborée par le pancréas en trypsine active, qui n'est autre que l'*entérokinase*.

L'action de la trypsine porte sur les matières protéiques. Or, Delezenne et Frouin ont vu que le suc pancréatique, à son arrivée dans l'intestin, est dépourvu de pouvoir protéolytique : celui-ci n'est obtenu que par le contact du suc pancréatique avec le suc intestinal. Le pancréas sécrète donc non une trypsine complète, mais une *prototrypsine*. Il y a donc plus qu'une action de renforcement, comme l'interprétait Pavlov ; il y a une action indispensable qui permet la dissociation des albuminoïdes.

De même que le suc pancréatique est inactif vis-à-vis des albuminoïdes dans l'entérokinase, de même le suc intestinal ne contient d'entérokinase que sous l'action du suc pancréatique. Un phénomène conjugué est nécessaire pour que les réactions normales aient lieu.

L'entérokinase, qui résulte du mélange de la prototrypsine et du suc intestinal, est plus abondante au niveau du duodénum et du jéjunum : elle disparaît dans l'iléon. Cela explique l'importance toute spéciale qu'on tend aujourd'hui à attribuer aux premières portions de l'intestin grêle dans la digestion. Pour Delezenne, la kinase serait produite par les leucocytes de la muqueuse intestinale; pour Falloise, par les cellules mêmes de l'épithélium des villosités.

On voit donc que, sans pancréas, on a un suc intestinal presque inerte et que, sans intestin, on a une sécrétion pancréatique inactive, en ce qui concerne tout au moins la dislocation des matériaux protéiques.

La bile semble accroître le pouvoir lipolytique du suc pancréatique. Ce dernier dédouble les graisses, qui plus tard seront fixées dans le foie : l'adipolyse du pancréas a pour complément l'adipopexie du foie. De plus, ce suc est bactéricide et anti-toxique.

Son alcalinité a, entre autres effets, de régler l'ouverture intermittente du pylore. On sait que l'arrivée du chyme gastrique *acide* dans le duodénum provoque un réflexe qui détermine la fermeture du pylore. C'est ce qu'on appelle le *réflexe acide* de Pavlov, qui, poussé à l'extrême dans certains cas pathologiques d'hypersecretion gastrique, provoque des spasmes pyloriques si douloureux. Ce chyme acide est neutralisé par le suc pancréatique alcalin : le spasme occlusif du pylore cesse. Une certaine quantité de chyme nouveau peut donc passer dans le duodénum, et ainsi de suite.

C'est le pneumogastrique qui régit les actes nerveux du pancréas, vaso-dilatateurs, excito-sécrétoires ou inhibiteurs.

Pavlov a montré que la sécrétion pancréatique est activée par les acides et les graisses, par l'éther, le chloral, l'alcool, etc., tant par par la voie humorale que par réflexe direct. Delezenne a signalé l'action activante des sels de calcium sur le suc pancréatique. D'autre part, Bayliss et Starling, Enriquez et Hallion ont indiqué le rôle important d'une substance sécrétée par les cellules superficielles duodéno-jéjunales, la *proto-sécrétine*, qu'un contact acide transforme en *sécrétine* et qui, résorbée, transmet par la voie sanguine son influence excito-sécrétante au pancréas.

Tel que nous le concevons, le suc pancréatique normal, devenu actif au contact du suc intestinal, peut donc agir sur presque toutes les matières indispensables à la nutrition qui sont contenues dans le chyme.

Recueilli expérimentalement sur l'homme, comme l'ont fait Gallenga et Bonamone à la faveur d'une fistule, dans le cas d'un kyste de la tête du pancréas

opéré et marsupialisé, le suc pancréatique se présente sous l'aspect d'un liquide incolore. Il est limpide à l'émission, mais se trouble très rapidement. Son écoulement semble être constant, du moins dans les conditions de l'observation. Il avait lieu nuit et jour et continuait même pendant les périodes de jeûne auxquelles le malade voulait bien se soumettre. Son cours est néanmoins influencé par les régimes : le maximum de sécrétion est obtenu par une alimentation carnée; le minimum par un régime hydrocarboné. L'ingestion de bicarbonate de soude diminue sur le champ la sécrétion, mais pour l'augmenter dans les heures suivantes. Les acides, tels que l'acide chlorhydrique, ne l'augmentent pas.

Ce suc, dont les actions ont été éprouvées *in vitro*, a semblé avoir un pouvoir protéolytique égal au suc du chien et un pouvoir lipolytique beaucoup supérieur à celui-ci.

On sait, en outre, d'après les constatations de Bainbridge, que le suc pancréatique favorise et augmente le passage de la lymphe dans le canal thoracique.

Quand le suc pancréatique ne parvient plus dans l'intestin, que se passe-t-il? La ligature des canaux pancréatiques sur le chien nous renseigne à cet égard. Pratiquée par Heger, Zunz et Mayer, elle a permis de retrouver dans l'intestin grêle de l'érepsine, de l'entérokinase et de la sécrétine. L'entérokinase est toutefois notablement diminuée (puisque la prototrypsine ne s'écoule plus dans l'intestin). Les animaux maigrissent beaucoup, parfois reprennent du poids, mais le plus souvent subissent un amaigrissement progressif et meurent. Le pancréas s'atrophie, se sclérose et, même quand il ne reste plus que peu d'acini glandulaires et d'îlots de Langerhans intacts, la glycosurie (sur laquelle nous reviendrons plus loin) ne se produit pas. Mais il suffit, bien que la ligature des canaux excréteurs ait été faite depuis longtemps, d'enlever le pancréas pour déterminer un diabète mortel.

Chez l'homme, à l'état morbide, on ne connaît encore qu'incomplètement les troubles que provoque le défaut de suc pancréatique dans l'intestin. Ce qu'on en sait le mieux, c'est la *stéatorrhée*. Les graisses n'étant plus dédoublées, ni absorbées, on les retrouve dans les selles. L'*hypostéatolyse* en est la raison, car les graisses non assimilées traversent l'intestin sans être transformées et l'on ne trouve plus dans le résidu qu'une faible quantité d'acides gras. Hallion a bien mis en relief la production de ces phénomènes connexes.

En outre, on constate de l'*azotorrhée*, qui a lieu quand l'azote fécal est supérieur à 5 ou 6 % de l'azote alimentaire. Ce dernier fait se reconnaît encore matériellement à la présence dans les fèces

d'albumine non digérée, de fibres musculaires presque intactes et à la présence de peptones.

S'il est déjà peu aisé de se rendre un compte exact des effets qu'à la suspension du flux pancréatique dans l'intestin, il est plus difficile encore d'évaluer les modifications que provoque une perturbation de cette sécrétion sous l'influence d'une maladie affectant le parenchyme glandulaire, même en limitant la question au point de vue intestinal. Aussi les altérations du pancréas sont-elles communément des trouvailles d'autopsie. Les symptômes qu'elles produisent sont mal connus et demandent, pour être mis au jour, des investigations que ne comporte pas l'examen clinique — encore fort arriéré, convenons-en — auquel les malades sont habitués à se soumettre.

Le plus souvent, les affections du pancréas sont consécutives à la lithiasé biliaire, lithiasé soit du cholédoque, soit de la vésicule. C'est ce qu'ont montré les 118 observations de Quénu et Duval. Ces auteurs ont remarqué que les pancréatites suppurées correspondent de préférence à la lithiasé vésiculaire et les pancréatites hémorragiques aux calculs de l'ampoule de Vater. Cependant, les formes hémorragiques ou nécrotiques, rapidement mortelles, s'observent en dehors des accidents hépatiques.

La pancréatite est due à une inflammation de la glande par les agents pathogènes. Cette infection se fait soit par contiguïté, le cholédoque et le canal de Wirsung débouchant dans la même ampoule, soit par infection ascendante d'origine duodénale. Les pancréatites aiguës sont souvent foudroyantes; les pancréatites chroniques sont séméiologiquement masquées par le syndrome hépatique et elles ne sont diagnostiquées qu'au cours de l'opération ou de l'autopsie.

Le pronostic de ces affections est très sombre dans les formes aiguës. Quénu et Duval ont relevé, sur 20 cas de pancréatites hémorragiques, 20 morts, et, sur 27 cas de pancréatites suppurées, 19 morts et 8 guérisons après laparotomie et drainage du pancréas. 62 cas de pancréatites chroniques ont donné 8 décès. Le seul traitement que l'on puisse faire est la cholécystotomie; et, si la vésicule est lésée ou atrophiée et le canal cystique oblitéré, on pratique la cholécystectomie avec drainage de l'hépatique et du cholédoque.

La concomitance fréquente de la pancréatite et de la lithiasé biliaire étant établie, on s'efforce maintenant de différencier les symptômes pancréatiques des symptômes hépatiques et biliaires. Desjardins a fait une étude très soignée de la localisation des douleurs dans les pancréatites. Il a déterminé leur point d'élection, le *point pancréatique*, qui siège sur une ligne oblique allant

de l'ombilic à l'aisselle droite, à 5, 6 ou 7 centimètres au-dessous de l'ombilic. Chauffard, dans une très intéressante leçon sur la lithiasé du cholédoque, a rapporté ses recherches, faites avec Rivet, pour contrôler la détermination du point de Desjardins. Par l'enfoncement de tiges d'acier à divers niveaux de la ligne axillo-ombilicale, il vit que le point situé à 7 et 6 centimètres au-dessus de l'ombilic tombait trop haut et en dehors, était toujours hors du pancréas; à 5 centimètres, deux fois sur dix il se projetait sur la tête du pancréas, et quatre fois sur la jonction de la tête de la glande et du corps. La détermination de Desjardins n'a donc qu'une précision relative. Chauffard, pour tourner la difficulté, considère non plus un point variable le long d'une ligne, mais une région qu'il appelle *zone pancréatico-cholédocienne*. Elle correspondrait au trajet intra-pancréatique du cholédoque et serait délimitée, d'une part, par la ligne médiane xipho-ombilicale, d'autre part, par la bissectrice de l'angle droit formé par une perpendiculaire élevée sur elle de l'ombilic même.

Selon Chauffard, l'amaigrissement rapide et considérable qui suit la lithiasé du cholédoque, et qui a longtemps servi au diagnostic différentiel du cancer et de la lithiasé, serait dû à la pancréatite qui coexiste fréquemment avec la cholélithiasé. En outre, on peut mettre ici à contribution les données de l'analyse de l'urine et des fèces. Les modifications urinaires dans ces cas sont encore à l'étude: mais il semble que l'urine, outre une richesse constante en acide oxalique, contiendrait un ferment stéatolytique. La recherche qualitative et quantitative des matières grasses du résidu intestinal est beaucoup plus importante, ainsi que nous le verrons dans la suite de cette revue.

Outre la lithiasé biliaire, il y a nombre d'affections au cours desquelles surviennent des lésions pancréatiques. Toutes les maladies infectieuses sont susceptibles de se compliquer d'une localisation pancréatique. Parmi elles, citons une fort curieuse observation de Lemoine et Lapasset, où l'agent pathogène s'est fixé à la fois sur les glandes salivaires, le testicule et le pancréas. Il s'agissait d'un cas d'oreillons qui, le 10^e jour, présentait des complications testiculaires, puis des douleurs épigastriques avec vomissements, ictère, hématomésés et se termina dans le collapsus le 16^e jour. On trouva le pancréas hypertrophié, pesant 190 grammes, très congestionné, avec une dégénérescence des cellules glandulaires et une diminution notable de l'aire des îlots de Langerhans. Des nodules infectieux existaient dans le foie et la rate. Un ganglion péripancréatique comprimait le cholédoque et expliquait l'ictère.

Auché a signalé aussi chez l'enfant deux cas de

pancréatite compliquant les oreillons; mais, comme il n'y eut pas heureusement de contrôle anatomique à faire, le diagnostic reste douteux, ne s'appuyant que sur le siège de la douleur et les phénomènes généraux; il n'y avait pas de stéatorrhée. Laignel-Lavastine a également rapporté une observation de diabète maigre post-ourlien chez une jeune tuberculeuse.

Dans la tuberculose, dans la cirrhose du foie et le cancer de l'estomac, Carnot et Ancet ont constaté des lésions étendues du pancréas et particulièrement une dégénérescence hyaline des îlots de Langerhans. Ces mêmes auteurs ont mis en relief l'hypertrophie langerhansienne dans les cirrhoses alcooliques, soit atrophiques, soit hypertrophiques. Ils ont, à ce propos, rapproché le développement anormal des îlots, constaté dans les cirrhoses, de l'hypertrophie splénique, fréquente dans ces mêmes affections. Les connexions physiologiques et pathologiques du foie, du pancréas et de la rate sont encore fortifiées de ce fait.

Nous n'insistons pas sur les lésions du pancréas dans le diabète; nous allons les retrouver à l'article suivant. Mais, dans les maladies chroniques, les lésions pancréatiques sont signalées de toutes parts. G. Hoppe-Seyler, les étudiant dans l'artériosclérose, en a observé la fréquence. Il a remarqué que les lésions se rencontrent de préférence chez les artério-scléreux qui sont glycosuriques. Elles sont constituées par une sclérose vasculaire, c'est-à-dire par un épaississement de la tunique interne, déterminant un rétrécissement et quelquefois même une oblitération du vaisseau, et par une sclérose péri-vasculaire. Il en résulte une sclérose acineuse avec atrophie des cellules du pancréas.

Les îlots de Langerhans sont toujours particulièrement altérés chez les diabétiques. Leurs cellules sont désagrégées; elles ont disparu et, dans les cas extrêmes, les îlots sont convertis en une masse de tissu scléreux ou en blocs hyalins. Hoppe-Seyler donne ces lésions comme productrices du diabète. C'est la queue du pancréas qui présente le maximum d'altérations dans l'artério-sclérose. Hoppe-Seyler fait, d'ailleurs, une distinction entre les pancréatites de la tête de l'organe, dues à une lithiase, et celles de la queue. Les premières provoqueraient surtout des modifications des ferments pancréatiques et des troubles de la digestion intestinale, tandis que les pancréatites caudales occasionneraient la glycosurie.

Avant d'examiner la sécrétion interne du pancréas, il importe de signaler un fait singulier, auquel donne lieu la diffusion du suc pancréatique dans l'organisme à la suite de déchirures ou de ruptures du pancréas. Les ferments que contient ce suc vont porter leur action sur les tissus de

l'économie, même éloignés du lieu où le traumatisme a produit la lésion. Le tissu grasseux est particulièrement altéré par ces ferments. Les nécroses du tissu adipeux ont déjà été remarquées par Balzer en 1882, puis par Fitz, Langerhans et par Chiari. Elles sont l'effet de l'action des ferments protéolytique et lipolytique. Il faut, pour qu'elles se produisent, que le suc pancréatique puisse sortir de la glande. Mais, si l'on comprend facilement le mécanisme pathologique dans ce dernier cas, on a plus de peine à concevoir la production spontanée du phénomène. Or, il arrive que le pancréas se digère lui-même. Ce fait, connu depuis longtemps à l'état cadavérique, peut avoir lieu pendant la vie. Selon Chiari, les diverses causes du processus sont les suivantes : autodigestion tryptique du pancréas au cours des pancréatites aiguës; hémorragies gangréneuses, c'est-à-dire infectieuses le plus souvent. Le traitement, il va sans dire, est purement chirurgical, puisqu'il faut arrêter le cours insolite du suc pancréatique.

Récemment, Lenormant et Lecène présentaient à la Société Anatomique une pancréatite hémorragique avec sclérose des espaces péricanaliculaires et une nécrose grasseuse disséminée « en taches de bougie » sur l'épiploon. Même nécrose du péritoine pariétal et de l'épiploon dans un cas de Lilienthal, où une pancréatite post-chochlithiasique fut opérée et guérie.

Cependant ces nécroses ne sont pas le résultat fatal de toute issue du suc pancréatique hors de ses voies normales d'excrétion. Hallion a bien indiqué que les tissus ne se laissent pas aussi facilement attaquer par le suc pancréatique. Le péritoine, par exemple, le supporte bien, quand il est normal. Il faut donc un autre facteur, qui est probablement représenté par les agents infectieux.

§ 2. — Sécration interne.

Elle est constituée par les substances que le pancréas sécrète, qui ne passent point normalement par les conduits excréteurs, qui sont reprises par les capillaires et déversées dans la circulation générale.

Ce sont les troubles qui suivent la suppression complète du pancréas qui ont fait entrevoir cette fonction. On se rappelle que von Mering et Minkowski ont trouvé que l'ablation totale du pancréas amène une glycosurie plus ou moins rapidement mortelle. Les animaux soumis à cette expérience meurent assez vite, souvent au bout de quelques jours. Witzel donnait dernièrement comme exceptionnelle une survie de dix-neuf jours, fait que confirmèrent Mayer, Widai, Hallion et d'autres expérimentateurs.

Quelques heures après la dépancréatation, le

sucré s'accumule dans le sang, et une glycosurie abondante apparaît. Cette glycémie est accompagnée d'une diminution du glycogène, non seulement dans le foie, mais dans tous les organes qui en contiennent. La glycogénie ne peut donc plus se produire. Néanmoins, on ne sait au juste comment se forme le sucre dans ces conditions. Le pancréas, par sa sécrétion interne, agit sur la glycolyse. Par des travaux déjà anciens, Lépine a reconnu la présence, à l'état normal, dans le sang d'un ferment destructeur du sucre, ferment glycolytique. Les dernières recherches de Lépine et Barral ont montré que cette action glycolytique s'exerce beaucoup plus sur le sucre des globules que sur le sucre du sérum. Normalement, le sérum, selon Lépine et Boulud, renferme environ un tiers de sucre de plus que les globules, mais ceux-ci, susceptibles d'emmagasiner une très forte proportion de sucre, arrivent à en contenir autant que le sérum. Dans certains cas pathologiques, dans l'intoxication alcoolique aiguë, cette inversion a lieu et la teneur en sucre des globules y dépasse même celle du sérum. En outre, ces auteurs ont récemment constaté que les globules blancs du sang ont, dans la glycolyse, un rôle beaucoup plus actif que les globules rouges. On sait, d'autre part, que ce sont les leucocytes qui sont surtout les producteurs des divers ferments dans le sang.

En étudiant l'action du pancréas sur la glycolyse, Lépine et Boulud ont vu qu'elle se produisait, mais indirectement. C'est ainsi qu'en injectant dans la veine jugulaire d'un chien 5 centimètres cubes d'une macération filtrée de quelques grammes de pancréas de bœuf, broyé avec du sable stérilisé et additionné d'un poids égal d'eau distillée, ils n'ont constaté, à la dixième heure, ni hypoglycémie, ni accentuation du pouvoir glycolytique du sang; mais, celui-ci, à la vingt-quatrième heure, fut considérablement augmenté. Ce même phénomène tardif suit l'excitation des nerfs du pancréas.

La macération de pancréas agissant *in vitro* sur du sang débriné ne détermine aucune augmentation de la glycolyse.

Outre cette influence tardive, mais manifeste, de la sécrétion interne du pancréas sur la glycolyse, il faut probablement considérer d'autres actions d'un ordre différent et encore obscures. Ciaccio et Pizzini ont constaté la variation de la rate pendant la digestion des albuminoïdes. Y a-t-il là encore un effet plus ou moins direct des ferments pancréatiques?

On voit, par les notions précédentes, combien cette étude du pancréas a été poursuivie fructueusement en ces dernières années; et nous allons encore en retrouver les progrès à l'article suivant.

II. — DIABÈTE.

Plus on a étudié le diabète, mieux on s'est convaincu qu'il ne s'agissait pas d'une affection unique, bien caractérisée, comme l'est la goutte, par exemple. Il n'y a qu'une goutte¹, à manifestations variables et nombreuses, mais l'essence de la maladie est toujours identique à elle-même. C'est une affection d'un autre genre, mais aussi tranchée, que la maladie charbonneuse. Pour le diabète, il en est tout autrement. Le syndrome dont les éléments sont groupés sous le nom de diabète sucré peut être produit par des causes diverses, par des maladies d'organes dont la spécialisation est différente. Ces organes agissent évidemment par l'intermédiaire du sang, dont ils changent la composition. Il y a des diabètes. C'est la raison de l'extrême diversité des lésions anatomo-pathologiques observées dans ces maladies. On commence à peine à les distinguer cliniquement les uns des autres. Dans la plupart des cas, il faut attendre la constatation anatomique pour être à peu près certain de la variété observée.

Les récents travaux ont envisagé de préférence certaines formes, relativement nouvelles dans la Pathologie. Au diabète pancréatique annoncé par Lancereaux, prouvé par von Mering et Minkowski, sont venus s'ajouter le diabète infectieux, le diabète surrénal et même le diabète thyroïdien. Les mieux établies de ces variétés sont celles qui ont été introduites dans la nosologie par la Physiologie, telles que le diabète hépatique, le diabète nerveux (Claude Bernard) et le diabète pancréatique. Le diabète rénal pur est encore soumis à des discussions, bien que la glycosurie transitoire d'origine rénale semble pouvoir être réalisée artificiellement avec la phloridzine, par exemple.

L'organisme reçoit le sucre par les aliments; puis il le transforme, le fixe, le met en réserve. L'utilise suivant ses besoins et le transforme encore avant de l'éliminer. Dans certains états, qui constituent les diabètes, l'organisme perd tout ou partie de ces propriétés. Il ne peut plus le transformer, ni le fixer, sinon d'une façon absolue, ce qui ne serait pas compatible avec une vie de quelque durée, du moins en partie. Alors que normalement il ne perd rien des matières sucrées qu'il reçoit, dans les diabètes, il n'emploie plus ces substances

¹ On a voulu, en ces dernières années, comprendre dans la goutte divers états pathologiques, souvent artificiels, caractérisés par des dépôts dans les tissus de substances salines diverses, phosphatiques et autres. Mais ces états sont tout différents de la goutte; ils n'ont de commun avec elle que des manifestations grossières. Nous espérons que les pathologistes réfléchis repousseront ces confusions et ne s'engageront pas dans une voie mauvaise, tant au point de vue scientifique que didactique.

en totalité : il en laisse passer une quantité plus ou moins grande, qu'on retrouve dans les produits d'élimination et surtout dans les urines. Et le passage du sucre est d'autant plus abondant que la déchéance organique est plus accentuée et, partant, que la maladie est plus grave.

Toute cause, quelle qu'elle soit, quel que soit son lieu d'action (4^e ventricule, cellule hépatique, pancréas, sucs intestinaux, sang, etc.), qui empêche le sucre de se transformer pourra déterminer un diabète. Les efforts de la Médecine tendent à préciser le siège de la lésion, à déterminer ses effets, pour arriver à connaître les causes originelles.

Nous avons vu plus haut ce qu'était la glycolyse. L'étude des modifications des matières sucrées dans le sang, qui, depuis nombre d'années, est l'objet des travaux de Lépine et Boulud, a été poursuivie par ces auteurs. Ils ont recherché la formation de l'acide glycuronique. Ils ont vu que cet acide existe dans le sang artériel du chien normal en proportion assez forte par rapport à la totalité des matières sucrées. Quand le chien est malade, cette proportion s'abaisse. Le sang artériel en contient toujours plus que le sang veineux. L'acide glycuronique augmente dans le sang veineux détriqué après un séjour d'une heure à 39°. Cet acide ne se produit ni dans le sérum *in vitro*, ni dans le sérum additionné d'eau glucosée : donc les globules du sang sont nécessaires à sa formation. Il suffit, en effet, d'additionner l'eau glucosée de sang pour avoir, en quelques minutes, une forte quantité relative d'acide glycuronique ; puis, au bout d'une heure, celle-ci baisse. L'eau lévulosée et le sang en donnent également. Comme l'acide glycuronique ne peut venir du lévulose, il faut qu'il vienne du glucose du sang. Mais la proportion de ce dernier est bien inférieure à celle de l'acide glycuronique. Lépine et Boulud pensent qu'il se forme « aux dépens du glucose formé *in vitro* par le sucre virtuel, glucoside existant toujours en forte proportion dans le sang ».

Les transformations que peuvent subir les sucres dans l'organisme sont cachées par les grandes difficultés qu'on a à suivre leur trace. Dans certaines conditions physiologiques, le glucose se transforme en lactose. Les expériences de Ch. Porcher sont concluantes à cet égard : elles montrent le rôle de certains organes dans cette transformation. Il a pris pour sujets des chèvres pleines ou laitières. Provoquant l'hyperglycémie chez la femelle laitière par l'injection de solutions de glucose, il a obtenu de la lactosurie, alors qu'à l'état habituel c'est le glucose injecté qu'on retrouve dans l'urine. Cela prouve que la mamelle en activité élabore, aux dépens du glucose normal du sang, un lactose qui

passé dans le lait. De même, elle transforme en lactose l'excès de glucose introduit artificiellement. Toutefois, si cet excès de glucose est trop grand, la mamelle devient insuffisante à tout transformer en lactose. Si la mamelle est malade, elle ne peut accomplir la transformation d'une même quantité qu'à l'état normal. La lactosurie, pendant la lactation, est donc la conséquence de toute hyperglycémie. Porcher a varié les conditions de ces expérimentations. Ayant enlevé les mamelles d'une chèvre préalablement à la fécondation, il vit au moment du part s'établir une forte glucosurie avec hyperglycémie. Si l'on enlève les mamelles des animaux pendant la lactation, une glucosurie considérable (30 à 45 grammes par litre) s'établit dès les premières heures, arrive à son maximum à la 4^e-5^e heure, puis cesse au bout de 48 heures. Le glucose du sang n'est plus transformé dans les deux cas en lactose, et il passe en abondance dans l'urine. Porcher attribue cette décharge de sucre à une activité hépatique temporaire.

On n'est pas encore fixé sur l'origine du sucre qui, dans les cas de diabète, se répand en si grande quantité dans le sang. Cette origine est complexe. Beaucoup pensent qu'une grande part peut être fournie par les matières albuminoïdes. Cette question a été étudiée par Mohr, qui lui a donné une solution indirecte. Produisant un diabète expérimental par dépancréatation, il fait baisser le sucre au moyen de l'acide benzoïque. Il remarque alors que l'acide hippurique augmente notablement dans l'urine. Comme cet acide résulte de la combinaison de l'acide benzoïque avec le glyco-colle, et que celui-ci est précisément un produit de dédoublement de l'albumine, il conclut que l'albumine participe à la formation du sucre.

Faisons une rapide revue des récents travaux relatifs aux principales variétés de diabètes.

§ 1. — Diabète pancréatique.

F. Hirschfeld a fait une étude critique des lésions du pancréas. Il considère le diabète pancréatique comme une entité morbide très définie, sur laquelle on a semblé, en ces dernières années, jeter quelque confusion en voulant lui donner une extension exagérée et en admettant la prédominance du pancréas dans tous les cas de diabète indistinctement. Le diabète d'origine pancréatique est indiscutable, mais Hirschfeld s'élève à juste raison contre l'idée de la constance des lésions pancréatiques dans le diabète. Il signale des lésions du pancréas trouvées à l'autopsie de sujets qui n'ont jamais présenté des symptômes diabétiques. A l'encontre de Lichtheim, il ne croit pas que les coliques éprouvées par les diabétiques soient un signe même de probabilité en faveur d'une altération pancréatique. Pour Hirsch-

feld, la lésion du pancréas serait caractérisée par l'acétonurie et la diacéturie, et surtout par la rétention hydrique un peu spéciale à ces malades. Au lieu d'éliminer comme normalement l'eau ingérée, celle-ci serait retenue dans les tissus et y provoquerait des œdèmes. Cette rétention hydrique n'appartient pas exclusivement au diabète. Elle provoque parfois un tel malaise que le malade redoute de boire. Le diabète pancréatique serait susceptible d'amélioration ou au moins de rémissions. Il se termine aussi trop souvent par le coma. Les troubles gastro-intestinaux avec coliques et les œdèmes semblent à Hirschfeld des arguments favorables à l'origine pancréatique. Disons que cette discussion n'est guère féconde, parce que les preuves ne sont pas suffisantes et que les œdèmes peuvent tenir à une affection cardiaque, chose assez fréquente chez les diabétiques.

Curtis et Gellé (de Lille) ont signalé des lésions du pancréas, tant dans le diabète gras que dans le diabète maigre. Chez un jeune homme de vingt ans atteint de diabète maigre avec forte glycosurie (300 à 350 gr.), compliqué de tuberculose pulmonaire, ils ont trouvé des lésions pancréatiques très accusées. Il y avait une sclérose intraveineuse, émanant des vaisseaux, des canalicules et de la périphérie des lobules. Les îlots de Langerhans étaient diminués dans la proportion de 50 %. La sclérose et la dissociation de l'acinus semblent, selon ces auteurs, s'effectuer en deux phases : l'une de pénétration lamellaire amorphe, l'autre de production fibrillaire.

§ 2. — Diabète surrénal.

En 1901, F. Blum observa le premier la glycosurie consécutive à l'injection d'extrait de capsules surrénales. Baron, reprenant cette question au laboratoire d'Afanasjeff, a constaté le bien fondé de l'observation de Blum ; mais il vit, entre autres détails, l'action exclusive de l'extrait de la substance corticale des capsules dans la production de la glycosurie, l'extrait de la substance jaune déterminant la mort rapide. Il constata que le diabète se produit même après la greffe de fragments surrénaux dans le péritoine, que l'établissement d'une glycosurie persistante suit l'administration répétée de préparations surrénales et que l'éosinophilie du sang est fréquente. Ces résultats furent confirmés par d'autres expérimentateurs ; c'est ainsi que Velich remarqua que les effets de l'adrénaline sont plus constants quand elle est injectée dans le péritoine ou dans les veines que sous la peau. Cette glycosurie s'accompagne d'hyperglycémie, contrairement au diabète phloridzique, qui s'accompagne d'hypoglycémie. Pour Velich, l'adrénaline provoquerait la glycosurie par son action sur le foie et

non sur le pancréas. Le diabète pancréatique expérimental n'est pas augmenté par l'adrénaline (Bierry et Gruzewska). Celle-ci diminue la réserve glycogénique du foie (Doyon et Kareff). Velich a vérifié que l'adrénaline ne produit pas de glycosurie sur les animaux préalablement privés de foie. Il paraît admettre que l'adrénaline ne peut provoquer la glycosurie chez les animaux dont les tissus sont rendus pauvres en glycogène par le jeûne, par exemple.

Cette question du diabète surrénal nécessite une étude plus étendue. Pour se convaincre de sa réalité, Lépine a fait une enquête clinique : il n'a pu trouver d'argument précis en sa faveur. Les faits jusqu'ici ne vont ni pour ni contre l'existence d'un diabète surrénal. On peut être glycosurique avec une tumeur des capsules ou avec une destruction complète de ces organes.

Il est utile de signaler que, suivant une communication faite en juillet 1906 à la Société de Biologie par Mayer, le diabète par piqûre du quatrième ventricule (selon l'expérience de Cl. Bernard) ne se produirait pas si l'on a préalablement enlevé les capsules surrénales.

§ 3. — Diabète thyroïdien.

Les lésions anatomo-pathologiques du diabète sont extrêmement variées. Il n'est pas douteux qu'on y puisse trouver des altérations de certains organes, sans qu'il faille leur attribuer un rôle nécessaire dans la genèse de la maladie. Aussi le diabète thyroïdien est-il le dernier venu dans la Pathologie. Lorand a relevé l'importance de la glande thyroïde dans la pathogénie du diabète, mais cet auteur me semble voir présentement un peu partout l'influence du corps thyroïde : il la trouve dans la lithiase biliaire, dans la maladie du sommeil, dans le diabète.

Néanmoins, Lorand, observant deux cas, — l'un présentant des altérations cirrhotiques des éléments glandulaires du pancréas et des lésions conjonctives des îlots de Langerhans avec un léger diabète ; l'autre une cirrhose très étendue du pancréas avec des îlots de Langerhans intacts sans diabète, — admet la relation entre les lésions langerhansiennes et le diabète. Mais il pense que l'altération d'une glande retentit sur les autres et provoque des lésions de même ordre dans toutes les glandes vasculaires. C'est une hypothèse très plausible, bien qu'on puisse objecter que ces lésions sont toutes sous la dépendance d'une même cause. Lorand rapporte à une lésion glandulaire initiale les diabètes qui compliquent l'acromégalie, l'hypophyse, le corps thyroïde amenant secondairement des troubles pancréatiques, d'où le diabète. Chez les basedowiens, il n'y aurait de diabétiques que ceux

dont le pancréas serait atteint. Il rappelle, à l'appui de sa thèse, que von Noorden a montré que les préparations thyroïdiennes peuvent produire la glycosurie ou le diabète. Pour que le corps thyroïde provoque le diabète, il faut qu'il soit en hyperactivité, comme cela arrive dans la lactation, les intoxications et divers états émotionnels. Le diabète serait défaut dans l'hypothyroïdisme (myxœdème, crétinisme). Lorand fait valoir ces arguments en faveur du rôle du corps thyroïde dans le diabète. Sa thèse a reçu un appui dans la déclaration de Kraus au Congrès de Médecine interne de Munich. Celui-ci avança que l'ablation du corps thyroïde produisait régulièrement la glycosurie. Bien que le fait ait été immédiatement relevé par Blumenthal, qui affirma n'avoir jamais observé de glycosurie chez les chèvres thyroïdectomisées, plusieurs observations furent confirmatives. Neusser signala la connexion des affections thyroïdiennes et hépatiques, et Friederich Muller rappela les rapports directs du diabète et des affections thyroïdiennes et le parallélisme de leur marche.

Il n'est pas impossible qu'un organe quelconque, surtout de ceux qui ont une aussi grande importance sur la composition du sang, puisse, par une déviation de son fonctionnement, amener une glycosurie passagère et même un diabète permanent. Mais il résulte de ces faits qu'il faut attendre encore avant de donner au diabète thyroïdien l'importance à laquelle il prétend.

§ 4. — Diabète infectieux.

Plus fréquemment observées en clinique sont les relations qui existent entre les maladies infectieuses et le diabète. Marcel Labbé a fait une récente étude de ces diabètes d'origine infectieuse. Il cite des exemples nombreux de diabètes survenus soit au cours d'une infection (fièvre typhoïde, grippe, infections buccales, pneumonie, anthrax), soit au déclin d'une maladie, et évoluant parallèlement à l'infection ou dans la convalescence ou même après un certain temps.

Marcel Labbé rapporte deux observations personnelles. La première est relative à un homme de quarante-cinq ans, obèse, qui eut une angine sans glycosurie et qui, un mois après, présenta de la polyurie, de la polydipsie, un amaigrissement de 10 kilogrammes et une diminution de l'acuité visuelle.

Le taux du sucre était de 83 grammes par litre et l'élimination quotidienne de 415 grammes. Les injections de cacodylate de soude, les alcalins et un régime approprié firent disparaître le sucre en un mois et demi. La guérison s'est maintenue depuis deux ans.

La seconde observation est celle d'une femme

de soixante-sept ans, chez laquelle le diabète, consécutif à une infection du naso-pharynx, guérit. Il faut remarquer que ces deux malades étaient obèses; le premier pesait 144 kilogs, la femme 90 kilogs.

Marcel Labbé conclut à un diabète d'origine infectieuse et l'explique par les troubles que l'infection apporte dans l'appareil glycolyso-régulateur.

Déjà Achard et Lœper, observant une glycosurie chez un pneumonique, avaient signalé que l'insuffisance glycolytique n'est pas exceptionnelle dans les maladies infectieuses.

Délage, reconnaissant la réalité de certains cas de diabète infectieux, tend à les attribuer à une pancréatite ascendante. Mais il s'élève contre la contagiosité du diabète. Sur 600 diabétiques, dont 510 étaient mariés, il ne trouva que 16 cas de diabète conjugal, ce qui fait 3,13 %. Cette proportion est plus élevée que celle donnée par la grande statistique de Boissonneau, qui ne signale que 1,08 % de cas conjugaux, mais beaucoup plus basse que le pourcentage obtenu par d'autres observateurs, tels que Debove (10 %), Létienne (9,30 %), Funaro (7,87 %).

Au diabète infectieux on peut joindre le diabète d'origine syphilitique. Assez souvent, depuis plus de vingt ans, cette modalité a été observée. Le travail de Paris et Dobrovici vient apporter une contribution nouvelle. Ces auteurs ont constaté une glycosurie alimentaire de faible intensité, mais constante, chez de jeunes sujets atteints de syphilis. Le traitement spécifique la faisait disparaître. Ce fait est à rapprocher de la fréquence de la syphilis dans les antécédents des diabétiques : on la trouve, en effet, environ 30 fois %, d'après Létienne.

§ 5. — Diabète nerveux.

Les idées de Pavy sur le mécanisme pathogénique du diabète sont toujours bonnes à enregistrer. Le célèbre auteur anglais attribue un grand rôle au système nerveux et l'explique par une paralysie vaso-motrice des viscères chylopoïétiques. Celle-ci détermine « un caractère semi-artériel du sang de la veine porte ». Or, le passage d'un tel sang dans le foie produit la glycosurie. La paralysie vaso-motrice serait donc une des principales raisons du diabète. Elle-même est l'effet de causes variées, au premier rang desquelles il faut placer l'infection et l'intoxication.

Il est à présumer que de toutes ces études sortira la conception du diabète, symptôme d'une foule d'états pathologiques. Au milieu de toutes ces variétés, il est difficile au médecin de ne pas faire abstraction d'un diabète essentiel, véritable entité morbide. Mais les mêmes embarras se sont produits jadis pour l'albuminurie. On est cependant par-

venu, dans bien des cas, à pouvoir déceler l'affection générale sous le symptôme local.

§ 6. — Complications du diabète.

Le manque d'uniformité que nous venons de constater dans la pathogénie du diabète, nous le retrouvons dans ses complications. L'ensemble est un mélange disparate d'affections secondaires très différentes de nature. Une seule peut-être semble être la conséquence directe de la maladie, c'est le coma. Et encore la différenciation clinique est-elle relativement peu aisée, car souvent les accidents cérébraux sont dus à des causes complexes, telles celles qu'on observe chez les femmes enceintes frappées d'éclampsie avec ou sans albuminurie, et dont les observations d'Essenson offrent des exemples : Une femme de trente-cinq ans, dont la sixième grossesse était arrivée au terme de neuf mois, présenta des convulsions qui entraînèrent la mort. Il n'y avait pas d'albumine, mais l'urine contenait 35 grammes de sucre par litre. Une autre femme de vingt-huit ans mena sa seconde grossesse jusqu'au septième mois, lorsque, avec un appareil fébrile très modéré (38°3), des attaques d'éclampsie l'emportèrent. L'urine ne présentait que des traces d'albumine, quelques cylindres et 15 grammes de sucre par litre. Il est difficile de savoir ici exactement la part du diabète.

Un autre cas de Lépine, observé en dehors de la puerpéralité, montre combien il faut de circonspection avant d'affirmer la réalité d'une cause. Il s'agissait d'une femme de quarante-cinq ans, tombée dans le coma, morte en quelques heures, dont l'urine était albumineuse et sucrée : 24 grammes de sucre par litre ; 0 gr. 88 de sucre dans le sang. A l'autopsie, on trouva une méningite cérébro-spinale suppurée avec intégrité des oreilles et des cavités de la face.

C'est par l'analyse toujours plus minutieuse des symptômes qu'on arrivera à une certaine approximation et à des groupements peut-être temporaires, mais qui, au moins, serviront pour un moment à clarifier les idées. C'est un de ces cadres « d'attente » que Lancereaux a établi pour expliquer la coïncidence de l'albumine et du sucre chez les diabétiques. Il réfute la théorie de l'albuminurie par irritation rénale produite par le passage du sucre. Il s'appuie pour cela sur ce que, chez les diabétiques pancréatiques, dont le sucre atteint des taux très élevés, quelquefois 1.000 grammes par jour, l'albuminurie est exceptionnelle, tandis qu'elle s'observe fréquemment dans les glycosuries modérées. Lancereaux fait trois catégories des conditions de l'albuminurie chez le diabétique :

1° Albuminurie produite par une maladie étrangère, intercurrente, surtout la tuberculose ;

2° Albuminurie par artério-sclérose avec néphrite scléreuse ;

3° Albuminurie par diabète albumineux, où le taux de l'albumine oscille entre 2 et 4 grammes, maladie durant pendant un temps fort long sans complication, ni variation, et probablement, selon lui, d'origine nerveuse, bulbaire.

Ambard, dans ses recherches sur l'origine rénale de l'hypertension artérielle permanente, apporte un argument à cette conception. Dans le diabète pancréatique, en effet, il n'a pas observé d'hypertension. Dans le diabète dit arthritique, où Potain avait trouvé une hypertension fréquente et forte, où Vaquez avait signalé seulement une hypertension inconstante, Ambard observa l'hypertension chez les seuls malades à la fois albuminuriques et diabétiques. Cependant, la condition n'est pas absolue, car il y a des diabétiques albuminuriques sans hypertension artérielle manifeste.

Les complications nerveuses du diabète ont un mécanisme généralement obscur, sur lequel les pathologistes ne donnent que des indications vagues d'imprégnation toxique des tissus nerveux. Le problème est plus embarrassant encore quand il s'agit de paralysies partielles, très localisées, qui semblent comporter l'intégrité des territoires contigus, telles que celles qui frappent parfois les nerfs moteurs des yeux. A propos d'une observation de paralysie du nerf moteur oculaire externe (6^e paire, qui va au muscle droit externe du globe) à début brusque, accompagnée de diplopie et même de triplonie et de vertige, précédée d'une névralgie douloureuse temporo-orbitaire, Dieulafoy a établi une statistique des paralysies motrices oculaires chez les diabétiques. Le professeur insiste sur leur bénignité fréquente : neuf fois sur dix, dit-il, elles guérissent en quelques mois.

Il a choisi des cas non entachés de tares antérieures, pouvant donner lieu par elles seules à des manifestations oculaires, telles que la syphilis, le tabes, la paralysie générale, les tumeurs ou la tuberculose cérébrale, etc. Il en a réuni cinquante huit observations se décomposant ainsi : trente-cinq intéressant la sixième paire, le moteur oculaire externe, et déterminant un strabisme interne unilatéral ; douze intéressant la troisième paire, le moteur oculaire commun (qui va à la plupart des muscles extérieurs et aussi intérieurs de l'œil) ; cinq frappant la quatrième paire, le pathétique (qui va au grand oblique), et six cas d'ophtalmoplégie externe complète (où tous les muscles étaient intéressés).

Dieulafoy montre que l'apparition de ces paralysies est indépendante du taux du sucre. Elles surviennent aussi bien chez les diabétiques avec une glycosurie de plusieurs centaines de grammes

que chez ceux dont le taux est minime et ne dépasse pas de 3 à 20 grammes.

Bien que très souvent bénignes, ces paralysies peuvent non seulement récidiver, mais s'étendre à la face, intéresser les noyaux bulbaires et déterminer des troubles progressifs et mortels. Dieulafoy réfute l'idée d'une névrite et même d'une localisation de l'intoxication sucrée. Il s'attache à montrer le rapport qu'ont ces complications avec la production de la glycosurie par piqure du plancher du quatrième ventricule, à cause du siège bulbaire des noyaux d'origine des nerfs oculo-moteurs.

Il faut remarquer que ces paralysies oculaires surviennent chez des diabétiques relativement âgés, et, en outre, que les cinquante-huit cas de cette complication doivent se répartir sur un nombre très considérable de malades.

Le coma est la plus redoutable complication du diabète. Il fut attribué longtemps à la formation excessive de l'acétone dans l'organisme. On ne voit plus guère aujourd'hui dans la présence de ce corps qu'un moyen commode de diagnostic de l'imminence du coma. Les effets toxiques sont presque tous rapportés à l'acide β -oxybutyrique. Les accidents nerveux éclatent le plus souvent spontanément, mais ils peuvent être provoqués par diverses causes. Les chirurgiens redoutent généralement les opérations sur les diabétiques parce qu'ils présentent une résistance moindre aux infections, et aussi parce que ces malades offrent une fragilité spéciale : le coma post-opératoire est toujours à craindre, même chez un diabétique soigneusement préparé et dont on a fait baisser le sucre.

C'est sur ce danger qu'a insisté Romme dans une analyse comparative des travaux d'Ervin, de Ruff et de Karewski. D'après ces auteurs, le coma survient aussi bien chez les diabétiques qui n'ont plus de sucre depuis longtemps que chez ceux qui, malgré une forte glycosurie, ont dû être opérés d'urgence.

L'insidiosité de cette complication, le manque de signes prélabiles restreignent beaucoup, suivant Ruff, les indications opératoires chez de pareils malades : il voudrait qu'elles fussent limitées aux cas de véritable urgence, d'« indication vitale ».

Karewski aboutit à la même conclusion, mais, pour ce dernier, si l'on s'est résolu à l'opération, il faut la faire très largement. Dans le régime préparatoire qu'il importe de faire subir au diabétique avant de l'opérer, Karewski préconise les régimes mixtes plutôt que les régimes exclusifs. En outre, il recommande de nourrir les opérés le plus vite possible, d'éviter les injections sous-cutanées à cause de la vulnérabilité des tissus et de les mobiliser très tôt, au besoin de les faire masser.

Disons encore que l'acétonurie n'est pas con-

stante chez les diabétiques et qu'elle n'existe pas seulement dans le diabète. H. Mauban, qui ne semble pas partisan de l'acétonurie physiologique, assez généralement admise, l'a constatée dans divers états fébriles, au cours de néoplasmes et de troubles gastro-intestinaux. L'acétonurie signale un certain degré d'autophagie. Elle suit la destruction des réserves hydrocarbonées, albuminoïdes ou de graisse, provoquée par le jeûne ou l' inanition.

J. Bär et Blum ont recherché comment l'acide β -oxybutyrique se forme. C'est la décomposition des albuminoïdes qui engendre les acides gras, butyrique, caproïque et d'autres produits toxiques. Or, les graisses et les albuminoïdes sont la base de l'alimentation du diabétique : leur exagération peut déterminer l'excès de formation de l'acide β -oxybutyrique. Bär et Blum font observer que les graisses fournissent une proportion moindre de cet acide et, partant, d'acétone que les albuminoïdes.

Avant d'en finir avec l'acétone, mentionnons un fait qui, dans l'avenir, pourrait être étendu et trouver son application dans quelques formes du diabète : la formation de ce corps par certains microorganismes. L. Bréaudat a découvert dans l'eau de Saïgon un microbe chromogène violet, capable de produire de l'acétone aux dépens des matières protéiques : il l'a nommé *Bacillus violarius acetonicus*.

Outre l'acétonémie, les diabétiques ont souvent une certaine quantité de graisse dans le sang. Krause a observé une lipémie marquée dans deux cas de coma diabétique. Les vaisseaux rétiens avaient une blancheur très spéciale, et cependant le sang, examiné au microscope, ne semblait pas contenir de gouttelettes de graisse. Le nombre des globules rouges était diminué, celui des leucocytes augmenté. La quantité de graisse contenue dans le sang était de 6 à 8 %. Ces malades étaient maigres. On trouva une dégénérescence graisseuse de tous les organes. La lipémie est, chez les diabétiques, d'un pronostic très sombre.

On sait la gravité habituelle du diabète chez l'enfant et sa terminaison fréquente par le coma. On peut également remarquer la facilité avec laquelle les petits enfants font de l'acétonurie et du coma d'origine gastro-intestinale en dehors du diabète.

Langstein a fait une étude récente du diabète sucré chez l'enfant. Sur 8 cas soumis à son observation, 5 ont été suivis de mort ; dans les 3 autres, le sucre a disparu, soit spontanément, soit après une cure de farine d'avoine, soit après une pneumonie grave. Le diagnostic est souvent masqué par le défaut de symptômes. Les données étiologiques principales sont le traumatisme et l'hérédité. Au cours des entérites infantiles, c'est surtout le sucre

de lait qu'on rencontre dans l'urine. L'ingestion des graisses a une influence considérable sur la production de l'acétone. En remplaçant le lait ordinaire par du petit-lait, Langstein put réduire de 16 grammes à 4 grammes l'acide oxybutyrique. La farine d'avoine (250 grammes par jour) a des effets thérapeutiques inconstants, mais plutôt favorables.

Chez la jeune femme, le diabète n'est pas toujours aussi grave qu'on l'avait affirmé autrefois. Certaines d'entre elles, avec des précautions et un régime approprié, mènent à bien leur grossesse. Des glycosuries intenses sont même susceptibles de disparaître. Durieux a rapporté un cas où une femme, présentant à sa troisième grossesse 210 grammes de sucre par litre, vit le diabète disparaître. Une particularité assez curieuse, déjà signalée par Chamberlent, c'est la fréquence des fœtus très gros chez les mères diabétiques. Quelquefois, ils sont énormes et causent de la dystocie. Anderodias a dernièrement présenté un fœtus mort et macéré, pesant 7 kilogs (4 kilogs est un poids très satisfaisant pour le fœtus normal) et mesurant 0^m,70 de longueur.

Nous ne pouvons ici, faute de place, citer tous les travaux parus sur le diabète. Nous regrettons de ne pouvoir que mentionner les études statistiques de W. Croner, de Navarre, les mémoires et considérations thérapeutiques de Laufer, Martinet, Romme, Colley, Grube, Odier, etc.

III. — COPROLOGIE.

Quand on vit la valeur des résultats fournis par l'analyse des urines, on comprit qu'ils devaient être complétés par l'analyse des matières fécales. Mais, pendant longtemps, cette besogne répugna aux observateurs. La technique manquait. Cette année seulement voit apparaître un travail d'ensemble sur la coprologie clinique. Nous le devons à René Gaultier, qui a réuni dans un précis très clair ce qu'on sait actuellement sur les fèces, les moyens techniques qui permettent leur examen à divers points de vue et les renseignements diagnostiques et thérapeutiques que l'analyse coprologique est d'ores et déjà capable d'apporter.

R. Gaultier expose d'abord les variations que peuvent subir les matières fécales. Elles se composent de parties venues de l'extérieur, résidus alimentaires et microbes qui les accompagnent, et aussi de matières fournies par l'organisme, soit au niveau des glandes si nombreuses éparpillées le long du tube digestif, soit au niveau des cellules mêmes qui revêtent l'intestin. On comprend combien toutes ces matières peuvent être variables.

Le rôle de l'alimentation est prédominant dans

les questions de la quantité et la qualité des fèces. On sait que le régime carné forme des déchets peu encombrants, tandis que le régime végétarien donne lieu à des évacuations plus abondantes. Le tableau de Hubner, que nous ne pouvons reproduire ici, indique à quelle quantité de fèces correspond approximativement une quantité déterminée d'un aliment donné. Citons quelques exemples : 1.475 grammes de viande ne donnent que 64 grammes de fèces; 1.237 grammes de pain blanc en donnent 109 grammes; et la pomme de terre donne pour 3.078 grammes d'aliment 635 grammes de déchets.

Il faut tenir grand compte des sucs et substances qui viennent de l'intestin. Hermann, isolant une anse intestinale chez le chien, a pu mesurer la quantité de ces substances. Un tube digestif vide d'aliments produit 39 grammes de matériaux qui se mélangent aux fèces. On sait, d'ailleurs, que la muqueuse intestinale excrète des produits divers, tels que l'urée, le fer, certains médicaments, etc.

Les examens se font suivant des méthodes que R. Gaultier expose avec détails : repas d'épreuve, différenciation des résidus par des matières colorantes, examens macroscopique et microscopique, analyses chimiques et bactériologique, technique de la recherche de la toxicité.

Dans les matières fécales, on trouve des résidus de toute sorte. Ce n'est pas une des parties les moins intéressantes du livre de R. Gaultier que celle où, figures noires et colorées à l'appui, il décrit et représente ces résidus : fibres musculaires, fibres élastiques, grains d'amidon, cellules végétales, gouttelettes de graisses, cristaux d'acides gras, cristallisations caliques, phosphatiques, fragments de charbon, poils, plumes, etc.

Les microbes et parasites ont été l'objet d'une revue soignée, ainsi que les résidus provenant des sécrétions. Gaultier a insisté sur les caractères physiques et chimiques du mucus, des membranes, des débris épithéliaux, des calculs et concrétions, sur la recherche qualitative des ferments, des corps xanthiques, de l'acide urique, de l'urée, des éléments minéraux, etc.

Toute cette étude mérite d'être suivie de près. Je ne puis qu'attirer l'attention sur la seconde partie de l'ouvrage. C'est un guide pratique des méthodes analytiques, d'où dérivent les indications multiples qu'on peut appliquer avec fruit soit au diagnostic de la maladie, et partant au traitement, soit à l'hygiène du malade et de son entourage. Remarquons que c'est précisément dans les deux groupes d'affections qui ont été l'objet des deux premiers articles de la présente revue que les méthodes que R. Gaultier a eu le grand mérite de rendre plus familières aux cliniciens, que la copro-

logie clinique peut rendre les services les plus immédiats.

IV. — COQUELUCHE.

On a plusieurs fois décrit le microbe de la coqueluche. En 1898, ici même, j'avais exposé les recherches d'Afanassiev (1887), de Ritter (1892), de Diehler et Kourloff (1896), de Czaplewski et Heusel (1897), qui toutes concernaient des microbes différents. Depuis lors, d'autres ont été décrits, sans que leur rôle pathogène spécifique ait été définitivement reconnu. Il y a quelques mois à peine, deux bactériologistes belges, Bordet et Gengou, ont présenté un nouveau microbe de la coqueluche. Celui-ci est une petite bactérie ovoïde, d'une forme assez constante et d'une faible affinité pour les couleurs. Elle ne semble pas produire de spores. Elle meurt à $+ 55^{\circ}$. Bordet et Gengou ont pu la cultiver en mélangeant du sang humain débriné à un milieu de culture composé de gélose, d'une faible quantité de glycérine et de décoction de pommes de terre. Il convient de bien incorporer le sang au milieu nutritif.

Tout d'abord la culture vient mal, mais les cultures successives sont beaucoup meilleures et plus productives. Les réensemencements successifs sont positifs en substituant au sang humain dans le milieu nutritif, du sang animal, de lapin par exemple; et même la culture se fait dans des milieux liquides simplement additionnés de sérum.

Le microbe se trouve dans les expectorations du coquelucheux, surtout dans les premières quintes qui ramènent du mucus bronchique pur. Plus tard, la flore bactérienne est trop variée pour qu'on puisse réussir les isolements. En outre, il faut faire la recherche sur des sujets très jeunes, sur des enfants de quelques mois n'ayant pas encore été atteints d'affections pulmonaires autres.

Bordet et Gengou insistent sur les différences que présente leur microbe avec celui de l'influenza de Pfeiffer et avec les autres donnés comme pathogènes de la coqueluche. Le sérum des coquelucheux guéris agglutine le microbe de Bordet-Gengou.

Cette découverte, présentée en juillet dernier à l'Académie de Médecine de Belgique, est trop récente pour qu'on puisse en établir la critique. Mais la notoriété des deux savants et l'étude méthodique qu'ils ont faite de cette bactérie méritent de retenir l'attention.

On sait combien sont nombreux et généralement inefficaces tous les remèdes vantés contre la coqueluche. Aussi convient-il de signaler le mode de traitement qu'a tout récemment préconisé H. de Rothschild, au cours d'une étude où il montrait les dangers éloignés de la coqueluche et la prédisposition singulière que donne cette maladie à la tuberculose osseuse et articulaire. Frappé de la disparition presque subite des quintes de coqueluche chez un enfant sur lequel il avait pratiqué l'anesthésie au chloroforme pour réduire une luxation congénitale de la hanche, il eut l'idée de recourir à ce mode d'anesthésie pour juguler la coqueluche.

L'essai porta sur neuf petits malades. Il produisit : deux fois la disparition définitive des quintes; trois fois une atténuation immédiate suivie d'une guérison radicale; quatre fois, la guérison ne survint qu'au bout de quinze jours.

Ce traitement a été pratiqué sur des enfants n'ayant la coqueluche que depuis huit à dix jours. La narcose ne fut pas poussée jusqu'à l'abolition totale de la sensibilité et ne fut prolongée que de cinq à dix minutes. H. de Rothschild, outre l'action sédative de l'anesthésique sur la muqueuse irritée par l'agent causal ou sur les noyaux bulbaires qui sont le centre des spasmes réflexes, croit que le chloroforme joue un rôle direct, antiseptique et spécifique, sur le germe de la coqueluche. La découverte de Bordet-Gengou pourra être ici utilisée.

Mentionnons enfin qu'il y a quelques mois, dans un article paru dans la *Presse Médicale* (18 août) sur le traitement de la coqueluche par l'arsénic, J. de Nittis annonçait qu'il était parvenu à isoler un coccus encapsulé, à colonies transparentes blénâtres, auquel il attribuait un rôle décisif dans la pathogénie de la coqueluche.

D^r A. Létienne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

James (E.), Professeur de Théorie aux Ecoles d'Horlogerie et de Mécanique de Genève. — *Théorie et Pratique de l'Horlogerie, à l'usage des Horlogers et des Elèves d'horlogerie.* — 1 vol. de vi-228 pages avec 126 figures. (Prix : 5 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

Dans la préface, qu'il faut lire et méditer, l'auteur, après avoir loué sa profession, fait justement remarquer combien sont étendues les bases sur lesquelles doit s'appuyer l'éducation d'un horloger digne de ce nom : Mathématiques proprement dites, Mécanique, Physique, Astronomie. Un traité complet sur la matière devient donc difficile à écrire, puisqu'il devrait grouper, autour de l'art de la mesure du temps, un grand nombre des connaissances humaines.

M. James, en horloger consommé, voyant les choses de très haut, évite habilement le danger d'une encyclopédie. Brièvement, en un style d'une extrême concision, il résume toute l'horlogerie en un volume de 228 pages, format in-16.

Sous le titre « *Eléments de la Mécanique appliqués à l'Horlogerie* », après de rapides définitions, il examine successivement toutes les machines, représentées par des croquis sommaires, analyse chacune d'elles et donne la formule que le praticien pourra appliquer en toute sécurité grâce à des exemples nombreux et variés.

L'exposé de la Théorie des Engrenages débute par les lois fondamentales; ensuite viennent l'énoncé et la solution complète des problèmes usuels, avec l'énumération et la critique des principaux engrenages; chaque question est accompagnée de figures et de données numériques.

Les Echappements sont classés, selon l'usage, en trois catégories. L'auteur examine surtout ceux que la pratique a adoptés. Il ajoute les règles du tracé et de l'exécution après une courte critique. Des dessins et des tableaux numériques sont joints à chaque exemple.

Les lois du pendule ainsi que les principales applications sont appuyées de nombreux exemples numériques avec croquis. Viennent ensuite, très succinctement exposées, toutes les règles pour établir le régulateur astronomique et le calibre des montres.

Une nomenclature des métaux employés en horlogerie avec quelques-unes de leurs propriétés et des notions de Cosmographie complètent l'ouvrage.

Le plan de l'auteur ne comporte pas de développements étendus sur chaque question, car il s'est proposé surtout d'écrire un *Traité-Memento*, dont l'épigraphe pourrait être : « Le temps, c'est de l'argent ». Il est cependant permis de croire que son livre ne serait pas alourdi si, de sa plume alerte, le professeur genevois voulait bien ultérieurement réparer une omission que nous croyons regrettable. A l'article *compensation*, le pendule *invar* n'est pas mentionné, et les beaux travaux de l'éminent physicien Ch.-Ed. Guillaume ne sont pas rappelés davantage à propos du balancier. Les résultats acquis sont cependant suffisants pour attirer l'attention de l'horloger le moins moderne.

Le lecteur ne manquera pas de souligner partout l'emploi du millimètre comme unité de mesure, mais alors il se demandera pourquoi les calibres restent exprimés en lignes.

Quant aux figures, elles seraient parfaites au tableau noir avec les commentaires de l'habile artiste à ses élèves. Le lecteur, privé de ce complément, exigera sans doute qu'une prochaine édition soit mieux illustrée, dût le prix du volume être augmenté.

Tel qu'il est, ce livre honore l'enseignement des Ecoles de Genève, dont il fixe le côté pédagogique si bien compris. Indispensable au praticien, à l'élève studieux, il sera également consulté avec fruit par toute personne s'intéressant à l'horlogerie. A. LEBREU, Directeur de l'Observatoire de Besançon.

Bresson (Henri). — *La Houille verte (Mise en valeur des moyennes et basses chutes d'eau en France). Préface de M. de NANSOUTY.* — 1 vol. in-8° de 278 pages, avec 126 figures, publié sous les auspices du Ministère de l'Agriculture. (Prix : 7 fr. 50.) Dunod et Pinat, éditeurs. Paris, 1906.

Il a été beaucoup parlé de l'utilisation des grandes chutes d'eau en pays de montagne. Mais qui donc songeait à vulgariser l'emploi, en vue de la production de l'énergie électrique, de ces mille petits cours d'eau qui sont cependant un des éléments de la richesse de notre pays?

C'est la tâche à laquelle s'est voué M. Bresson. Il a d'abord prêché d'exemple, il a eu la joie d'être suivi, et ce sont les résultats de ces expériences qu'il nous fait connaître. Ils servent de base à l'œuvre de vulgarisation qu'entreprend l'auteur : nous souhaitons que son livre soit lu et médité. L. R.

2° Sciences physiques

Gay (Jules), Docteur ès sciences, Professeur honoraire de Physique au Lycée Louis-le-Grand. — *Lectures scientifiques. Physique et Chimie.* — 1 vol. in-12 de 806 pages avec fig. (Prix cartonné : 5 fr.) Hachette et Co, éditeurs, 79, boulevard Saint-Germain, Paris, 1906.

« La Science repose sur les faits; elle est l'œuvre de l'observation et des siècles; elle doit, pour être comprise, s'étudier à ses sources, et l'exposition en serait incomplète et fautive si le tableau du présent était mis sous nos yeux sans tenir compte des droits et des travaux du passé. » Ces paroles de J.-B. Dumas semblent la meilleure introduction aux *Lectures scientifiques* de M. J. Gay; elles les expliquent et les justifient. Laissant à d'autres le soin d'écrire l'histoire de la science, l'auteur s'est borné à en marquer les étapes principales, en empruntant aux savants eux-mêmes l'exposition et l'histoire de leurs découvertes. C'est ainsi qu'on trouvera, à côté d'extraits des Mémoires originaux des grands savants, depuis Newton et Huyghens jusqu'à Pasteur et Bertholot, des études sur la science et les savants signées des noms de Dumas, Biot, Joseph Bertrand, etc. Les lectures sont groupées dans l'ordre habituellement suivi dans les traités de Physique et de Chimie.

Grünwald (F.), Ingénieur. — *Manuel de la Fabrication des Accumulateurs. Première édition française, traduite sur la troisième édition allemande par M. PAUL GRÉGOIRE, ingénieur.* — 1 vol. in-12 de 248 pages et 94 figures. (Prix : 5 fr.) H. Desforges, éditeur. Paris, 1906.

Cet ouvrage est écrit par un ingénieur rompu à la pratique des accumulateurs : c'est dire qu'on peut le consulter et le lire en toute sécurité. Le style et la forme en sont lourds, les détails souvent encombrants, mais on se sent sur un terrain solide, et c'est là l'essentiel.

La fabrication des accumulateurs occupe la plus grande partie de cet ouvrage, mais tout ce qui touche

à la question des accumulateurs y est également traité (réaction aux électrodes, densité du courant, charge et décharge, emploi des accumulateurs, etc.).

Il n'est pas nécessaire, pour aborder la lecture de ce livre, d'être déjà au courant des lois et phénomènes de l'électrolyse; l'auteur s'est donné la peine d'en fournir une explication sommaire très suffisante, qui permet, en particulier, de se rendre compte de toutes les réactions secondaires qui se produisent pendant la charge et la décharge des accumulateurs.

Des développements importants sont donnés aux matières premières employées dans la fabrication et à la mise en œuvre de ces matières (fort intéressants sont, à ce propos, les chiffres indiqués sur les augmentations de volume du plomb par suite de son oxydation et de sa sulfatation). Le maniement et l'entretien des accumulateurs, les joncteurs et les disjoncteurs comportent également des développements intéressants.

Un appendice donne le texte des règlements allemands concernant la fabrication et l'installation des accumulateurs au plomb. La lecture de ces règlements permet de juger avec quelle sévérité s'exerce en Allemagne le contrôle sur l'industrie, en réalité fort dangereuse, des accumulateurs au plomb.

Le traducteur, M. Grégoire, a fait œuvre fort utile en permettant aux ingénieurs français de connaître l'industrie des accumulateurs telle qu'elle est pratiquée en Allemagne.

A. HOLLARD,

Chef du laboratoire central
des Usines de la Cie française des métaux.

Porcher (Ch.), *Professeur à l'École Vétérinaire de Lyon. — De la lactosurie* (Monographies cliniques du Dr CRITZMANX). — 1 broch. in-8°. Masson, éditeur. Paris, 1906.

Le mode de formation des principes immédiats du lait est une question fort mal connue : l'origine de l'un de ces éléments, le lactose, a fait, dans ces derniers temps, l'objet d'études importantes de la part de M. Ch. Porcher, qui nous présente aujourd'hui une monographie de ce sujet. Nul mieux que lui n'était qualifié pour cette œuvre.

Après avoir retracé l'histoire chimique du lactose et étudié les procédés de recherche de ce composé, M. Porcher démontre que l'origine première du sucre de lait est dans le glycogène hépatique, lequel livre au sang du glucose ordinaire ; ce dernier n'est transformé en lactose qu'au moment précis où s'exerce l'activité de la mamelle, et cette transformation ne se poursuit qu'autant que la glande continue à fonctionner. C'est ainsi que l'ablation des mamelles chez une femelle en pleine lactation provoque en quelques heures l'apparition du pouvoir réducteur des urines, précédemment normales : le sucre qui apparaît après l'opération est du glucose. De même, si on fait saillir une chèvre privée de ses mamelles, immédiatement après le part, on constate de l'hyperglycémie suivie d'une glycosurie intense. La matière première est toujours le glucose; l'activité de la mamelle est la condition indispensable de la transformation de ce dernier en sucre de lait.

M. Porcher étudie ensuite avec beaucoup de soin la lactosurie et la glycosurie *ante partum*; il montre que ces deux phénomènes sont justiciables de l'explication que nous venons d'en donner : le sein élimine en premier lieu du glucose, l'activité fonctionnelle du foie s'exagérant tout d'abord; puis le glucose fait place au sucre de lait quand la mamelle entre à son tour en fonctionnement. L'auteur établit ici avec beaucoup de discernement la délimitation entre l'élimination de ces sucres et le diabète vrai; il montre aussi, chemin faisant, que la glycosurie *ante partum* est un signe favorable et permet de prévoir que la femme enceinte sera bonne nourrice.

Au cours de la lactation, il existe un état d'équilibre entre le foie et la mamelle : si cet équilibre est rompu, l'un des deux sucres apparaît dans l'urine, suivant que

l'insuffisance de fonctionnement atteint la mamelle ou le foie.

Ainsi, la diminution du nombre des tétées, le sevrage, les abcès du sein provoquent la lactosurie *post partum*; il en est de même toutes les fois que le lait n'est pas consommé entièrement.

Ces faits expliquent bien toutes les particularités, en apparence déconcertantes, que présente la lactosurie durant la lactation, et la *fièvre vitulaire*, bien connue des vétérinaires, permet à l'auteur de montrer, par des exemples bien choisis, le mécanisme de l'excrétion du glucose ou du sucre de lait qui apparaissent l'un et l'autre au cours de cette affection, suivant que, la sécrétion mammaire étant arrêtée et la traite suspendue, le lactose passe en petite quantité ou, au contraire, en forte proportion quand la glande a conservé presque toute son activité. Le type à glycosurie intensive serait d'origine bulbaire et apparaîtrait dans l'urine des animaux dont la mamelle ne fonctionne plus.

Un chapitre consacré à la lactosurie alimentaire complète cette très intéressante monographie, où M. Porcher apporte la contribution de travaux personnels remarquables et d'un esprit scientifique aussi précis que bien informé.

Dr L. HUGOUREUX,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.

3° Sciences naturelles

Gonnard (Ferdinand). — *Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire*. Annales de l'Université de Lyon. Nouvelle série. I. Science, Médecine, fasc. 10, de 122 pages avec 31 figures dans le texte. (Prix : 4 fr.). A. Rey, Lyon, et J.-B. Baillière, Paris, 1906.

La Minéralogie utilise les méthodes des sciences mathématiques, physiques et chimiques ainsi que celles des sciences naturelles; elle s'applique aussi bien aux sels qui sortent des laboratoires des chimistes qu'aux minéraux de la Nature. Elle fournit, par suite, un champ d'études particulièrement vaste à ceux qui la cultivent, en leur permettant de s'orienter dans les directions les plus variées, suivant leurs goûts et leurs aptitudes. Elle ne compte malheureusement que trop peu d'adeptes en France.

Les questions qui se rapportent à l'histoire naturelle des minéraux sont particulièrement négligées, malgré leur intérêt intrinsèque et l'importance des conclusions géologiques qu'il est possible de tirer de beaucoup d'entre elles. Dédaignées par les cristallographes physiiciens, qui ne les connaissent que de fort loin, elles épouvantent beaucoup de naturalistes par la multiplicité des connaissances exactes qu'implique aujourd'hui la détermination précise d'un minéral.

Aussi voit-on en à peu, pour le grand dommage de la science, les études minéralogiques se localiser de plus en plus dans les laboratoires de quelques grandes villes, et disparaître, sans être remplacées, ces curieux de la Nature, jadis si nombreux dans tous les coins de la France, qui s'attachaient à fouiller minutieusement le sol de leur petite patrie, réunissaient avec passion des collections, souvent riches en documents intéressants ou même précieux, qu'ils communiquaient libéralement aux spécialistes quand ils ne les étudiaient pas eux-mêmes.

Si ces savants modestes, éloignés des cadres universitaires, sont aujourd'hui plus rares que jadis, il en existe cependant encore quelques-uns : M. Ferdinand Gonnard est l'un des plus avertis et des plus convaincus d'entre eux; je n'ai pas oublié le temps où, jeune collègue, j'allais échauffer mon goût naissant pour les minéraux à la flamme de son enthousiasme et de sa science. Excellent cristallographe, habile naturaliste, auteur de travaux estimés sur les minéraux du Massif central et notamment d'une *Minéralogie du Puy-de-Dôme* qui a eu deux éditions, M. Gonnard publie aujourd'hui une étude des minéraux du Lyonnais, sous le titre de *Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire*.

Il y passe en revue, avec la compétence de l'observateur avisé qui a vu ce qu'il décrit, tous les minéraux antérieurement signalés dans cette région et ceux qu'il y a lui-même rencontrés; il énumère leurs formes et indique leurs conditions de gisement. L'étude de quelques espèces est particulièrement complète; je fais allusion à une silicate d'alumine, la *damouritère*, et à une zéolite, l'*ofretite*, qui ont été découvertes par M. Gonnard; enfin à la *calcite* de Gonzon et à la *chessylite* (ou azurite) de Chessy, dont la richesse en formes cristallines a, depuis plus d'un siècle, rendu célèbres ces deux localités lyonnaises.

Ce petit livre sera consulté avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à la minéralogie de la France; puisse-t-il contribuer à rappeler l'attention des Lyonnais sur la science qui fut en grande faveur chez eux, il y a quelque trente ans!

L'Université de Lyon a honoré M. Gonnard et s'est honorée elle-même en acceptant, sur la proposition de M. Ollivret, professeur à sa Faculté des Sciences, d'insérer ce Mémoire dans ses *Annales*, qui, jusqu'ici, ont surtout publié les travaux de ses maîtres et de leurs élèves. C'est là une excellente conception du rôle des Universités provinciales, qui doivent attirer à elles et aider toutes les bonnes volontés dont elles sont entourées.

A. LACROIX,

Membre de l'Institut,

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Darboux (G.), Stephan (P.), Cotte (A.), Van Gaver (F.). — L'Industrie des pêches aux Colonies (Exposition coloniale de Marseille, 1906). — 2 vol. grand in-8° de 261 pages avec 2 planches et 516 pages avec 18 planches. Barlatier, éditeur. Marseille, 1906.

Les expositions, pendant qu'elles durent, attirent et instruisent la foule; elles peuvent garder, après avoir fermé leurs portes, un intérêt réel en ayant provoqué une synthèse abondante de documents, inventaire utilisable dans le présent, et tableau rétrospectif pour l'avenir. L'Exposition coloniale de Marseille, qui vient de se clore, laissera une trace des plus honorables. Elle a amené, à Marseille même, la publication d'une sorte d'Encyclopédie coloniale dont font partie les deux volumes que nous analysons ici.

Les auteurs, en les composant, ont eu pour objectif de rassembler le plus possible de renseignements économiques; ils n'ont pas perdu de vue qu'il s'agissait d'applications de la Science et non de science pure. On pourrait regretter qu'il n'y ait pas dans leur ouvrage plus de documents sur la faune marine de nos possessions coloniales. Mais, à supposer même qu'on eût voulu en accumuler, on eût été, le plus souvent, arrêté par la pénurie des faits précis connus. Il est à souhaiter, comme ils l'indiquent, qu'on comble ces lacunes, que, par exemple, la Mission scientifique permanente d'Indo-Chine s'adonne à cette tâche pour les eaux françaises d'Extrême-Orient. Au reste, de ces initiatives existent déjà. Le Gouvernement de nos établissements d'Océanie a fait appel, en ces dernières années, au concours d'un naturaliste expérimenté, M. Seurat, qui, en étudiant la biologie des Mollusques perliers dans les lagons, a recueilli beaucoup de documents fauniques, et le Gouvernement de la Côte Occidentale d'Afrique s'est attaché un autre zoologiste, M. Gravel, pour étudier les problèmes zoologiques connexes de la pêche.

Le premier des deux volumes est d'ordre général. Un chapitre d'introduction pose les principales questions, théoriques et pratiques (connaissance de la faune, réglementations, industries annexes de la pêche, engins, colonisation maritime, débouchés, qui se retrouveront à propos des diverses régions. Puis vient une suite d'études sur les divers groupes zoologiques auxquels appartiennent les principaux produits de la pêche : les Poissons, le plus important de ces groupes, sont traités rapidement, parce que leur étude complète eût nécessité des développements trop considérables

et que, d'ailleurs, de nombreux ouvrages existent sur eux. On s'est donc contenté de rappeler les principaux problèmes pratiques qui se rattachent à l'industrie de leur pêche (migrations, destruction et protection, pisciculture, conservation et transport, fabrication du poisson sec, fumé, salé, etc.). On s'est étendu davantage sur des groupes pour lesquels les faits sont moins connus du public et ont été moins coordonnés : tels sont les Mollusques et l'industrie de la nacre et des perles (les recherches biologiques de ces dernières années ont fourni, sur le mécanisme de la production des perles, des renseignements importants, qui pourront guider peut-être dans une voie pratique de production : tels sont aussi les chapitres sur le Corail et celui sur les Éponges.

Le second volume, le plus long, est une succession de monographies sur nos diverses colonies. Il est naturellement difficile de le résumer ici. Chacun de ces chapitres, à côté de données zoologiques essentielles, renferme une étude économique de la main-d'œuvre, les conditions de vente des produits, les questions de réglementation, l'emploi des divers engins, les transformations qu'on peut désirer ou espérer. Aucun ouvrage n'offrirait réunis tous ces renseignements pour les diverses parties de notre domaine colonial. Les auteurs, rapprochés constamment par leurs fonctions mêmes, ont pu les coordonner avec beaucoup d'unité de vue et de netteté. Leur livre est clair et agréable à lire en même temps que commode à consulter.

M. CAULLERY,

Maître de Conférences
à la Faculté des Sciences de Paris.

4° Sciences médicales

Lacassagne (A.), Professeur de Médecine légale à la Faculté de Médecine de Lyon. — Précis de Médecine légale. — 1 vol. in-8° de 891 pages avec 112 figures. (Prix : 10 fr.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1906.

Faisant partie d'une collection de précis médicaux, le livre de M. Lacassagne s'adresse avant tout au médecin, mais peut-être tout autant au magistrat. On s'en aperçoit en constatant que M. Lacassagne a donné presque le même développement aux questions intéressant plus particulièrement le magistrat (identité et identification, responsabilité criminelle et capacité civile, etc.), qu'à celles qui sont du ressort de la médecine légale proprement dite (coups et blessures, morts violentes, avortement criminel, etc.). Il ne saurait du reste en être autrement, étant donnée la collaboration de plus en plus étroite du médecin et du magistrat, collaboration que réclamaient déjà Ambroise Paré quand il disait que « les jurisconsultes jugent selon qu'on leur rapporte ».

Parmi les nombreuses questions que l'auteur a eu à aborder dans son livre, il en est qui seraient lues avec fruit par tous ceux qui s'intéressent à l'hygiène sociale et à l'anthropologie, auxquelles la Médecine légale touche par plus d'un côté. Je signalerai notamment les pages que M. Lacassagne consacre aux signes de la mort et aux inhumations, à l'identification des récidivistes, aux crimes familiaux, à l'infanticide, etc. La plupart de ces questions sont accompagnées d'un historique montrant l'évolution de chacune d'elles à travers les civilisations et les époques qui se sont succédées. On comprend alors que l'auteur ait pu dire que la Médecine légale est une science intimement liée au développement moral de l'homme.

H. R. KOEHLER,

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

The British Guiana Medical Annual for 1905, edité par M. C. P. Kennard. — 1 vol. in-8° de 132 pages avec figures. (Prix : 6 fr. 25.) The Argosy Company, éditeur. Demerara, 1906.

Ce volume est la réunion des travaux des médecins de la Guyane britannique pendant l'année 1905; il ren-

ferme plusieurs contributions intéressantes à la Médecine tropicale.

Signalons, en particulier, le Mémoire de M. J. E. Godfrey, chirurgien général de la colonie, sur l'ankylostomiase, qui fait de rapides progrès parmi les émigrants indiens des plantations de canne à sucre. L'infection, due à l'*A. duodenale*, se fait par la crasse adhérent aux mains et aux outils des travailleurs, par la peau, et éventuellement par l'eau de boisson. Des mesures énergiques s'imposent pour empêcher la propagation de l'affection : en particulier, le recueillement des matières fécales dans des tinettes mobiles et leur enfouissement profond. M. Q. B. de Freitas recommande, d'autre part, l'emploi du β-naphtol comme vermifuge dans l'ankylostomiase.

Le Rev. J. Aiken et M. E. D. Rowland ont établi une faune préliminaire des moustiques de la Guyane. Ils sont parvenus à identifier 33 espèces, en se basant sur la classification de Theobald. C'est là un travail de grande valeur, étant donné le rôle que jouent plusieurs moustiques dans l'étiologie de certaines maladies.

Mentionnons encore un Rapport de M. J. Teixeira sur la variolo dans la colonie, surtout commune chez les noirs (84, 86 % des cas ; une communication de M. C. P. Kennard sur l'anémie aiguë, sorte d'anémie de cause encore obscure, et enfin les vues très personnelles de M. J. E. Ferguson sur la malaria, — dans l'apparition de laquelle il attribue une grande importance aux conditions météorologiques, — et qui se rapprochent sur certains points de celles qu'exposait récemment M. Kelsch à l'Académie de Médecine.

5^e Sciences diverses

Binet (Alfred), *Directeur du Laboratoire de Psychologie à la Sorbonne.* — **L'âme et le corps.** — 1 vol. in-12 de 288 pages. (Prix : 3 fr. 50. E. Flammarion, éditeur. Paris, 1906.

Abandonnant pour un temps les méthodes précises de la Psychologie expérimentale, M. Binet a voulu traiter un problème de Métaphysique : celui des rapports de la matière et de l'esprit.

Qu'est-ce que la matière ? Nous n'en savons rien. Nous ne connaissons d'elle que des sensations. Qu'est-ce que l'esprit ? Nous ne le savons pas davantage. Mais, dans la sensation, nous pouvons distinguer la chose sentie et « le fait de sentir », l'objet connu et l'acte de connaissance. Cet acte, c'est l'esprit. La sensation, qui est « de nature mixte », à la fois phénomène physique et phénomène psychique, nous permet de saisir le rapport de l'âme et du corps : « toute sensation est un fragment de matière perçue par un esprit » (p. 88, note). L'esprit perçoit immédiatement le courant qui circule dans notre système nerveux, chargé d'apports déposés par les impressions externes. Et si l'on demande pourquoi nous n'avons pas conscience de percevoir les vibrations cérébrales, M. Binet répond que leur monotonie endort la conscience, tandis que la variété des éléments étrangers charriés par le flot nerveux retient l'attention. Seule la matière possède une vie complète et autonome ; certains de ces « fragments » sont perçus, et c'est la série discontinue de ces perceptions qui constitue la vie de l'esprit. Telle est, en résumé, la doctrine de M. Binet.

Est-ce bien une théorie métaphysique des rapports de l'âme et du corps ? Elle serait très incomplète : on ne nous parle guère de l'action physique de la volonté. C'est plutôt une théorie de la perception extérieure. S'il fallait la classer, ce n'est pas, comme son auteur, de celle d'Aristote, mais de celle d'Epicure, que nous serions tenté de la rapprocher. Sans doute, M. Binet ne dit pas, comme Epicure, que des fantômes, détachés de l'objet, voltigent dans l'espace, traversent nos organes et viennent s'imprimer sur notre cerveau. Mais il dit formellement que la sensation est matérielle, et que « le courant nerveux renferme toutes les propriétés de l'objet, sa couleur, sa forme, sa grandeur, ses mille

détails de structure, son poids, ses qualités sonores, etc., cachées » — il est vrai — « par les propriétés de l'organe nerveux dans lequel le courant se propage » (p. 254). Et c'est à la manière d'Epicure qu'il explique les fantaisies de l'imagination. Les hallucinations sont vraies en un sens, car, matérielles et venues du dehors, les images ne peuvent pas ne pas correspondre à du réel. Mais l'ordre en est bon-à-dire. Et c'est ce trouble qui cause l'erreur (p. 88, note).

Toutefois, ce nouvel Epicure, quelle que soit la défiance qu'il éprouve à l'égard de l'idéalisme, n'est pas sans avoir subi l'influence de Berkeley et des physiologistes phénoménistes. Il admet que « nous percevons les choses toujours telles qu'elles sont », que « nous percevons toujours des nommées » (p. 112). Mais il prend évidemment le mot dans un sens inusité, car il proclame en même temps que nous ne saisissons pas les substances (*ibid.*, note). Il reproche longuement aux mécanistes leur prétention de pénétrer l'essence de la matière. Si nous comprenons bien sa pensée, il soutient que la connaissance sensible ne défigure pas son objet, mais que cet objet n'est pas le substrat métaphysique des choses. Bien qu'il refuse le titre de phénoméniste, il le mérite.

Ce réalisme phénoméniste résout-il le problème de la perception extérieure ? Il se contente, à notre avis, de le supposer résolu. Dire d'une part : nous ne connaissons la matière que par les sensations, et de l'autre : la sensation, c'est un fragment de matière perçue par un esprit, c'est dire : nous connaissons la matière par la connaissance de la matière. L'originalité du livre de M. Binet consiste surtout dans une réponse ingénieuse à cette question : si l'esprit perçoit la matière cérébrale, d'où vient qu'il ne le sait pas ? Mais cette question n'est pas la seule qu'on puisse adresser au réalisme.

PAUL LAPIE,
Professeur-adjoint à l'Université de Bordeaux.

Deinhardt (K.) et **Schlomann** (A.), *Ingenieurs.* — **Dictionnaire technologique illustré en six langues : français, italien, espagnol, allemand, anglais, russe. Tome I : Les éléments des machines (et les outils les plus usités pour travailler le bois et les métaux).** par P. STULPAGEL. — 1 vol. in-18^e de 403 pages avec 823 figures. II. Duval et E. Pinal, 49, quai des Grands-Augustins. Paris, 1906.

Voici un dictionnaire conçu sur un tout autre plan que les ouvrages analogues usuels. Au lieu d'y être classés par ordre alphabétique, les différents termes y sont groupés par branches auxquelles ils se rapportent, et, d'autre part, ils sont accompagnés de dessins, formules ou symboles universellement admis et compris de tous, qui en caractérisent complètement la signification et la portée. Une table des matières, placée au commencement, indique les diverses divisions de l'ouvrage ; une nomenclature alphabétique, placée à la fin, donne en une série unique tous les termes des cinq langues française, allemande, anglaise, italienne et espagnole, cités au cours du volume avec page de renvoi ; les mots russes seuls ont été ordonnés en une série distincte. Cette disposition assure une grande économie de place et permet néanmoins, grâce à la rangée alphabétique unique, de retrouver rapidement un terme quelconque. Tous les mots ont été recueillis directement dans les bureaux et usines des pays correspondants, et plusieurs ont été ainsi fixés pour la première fois.

Le Dictionnaire comprendra une douzaine de volumes format de poche. Le premier et le seul paru est relatif aux éléments des machines (divisés en vingt-trois sections : écrous, clavettes, rivets, arbres, etc.), et aux outils usuels (divisés en seize sections : étaux, tenailles, enclumes, marteaux, etc.). Un appendice est consacré aux termes de dessin. Nous nous sommes servi avec profit de ce petit volume et nous ne doutons pas qu'il ne rende également service à d'autres. L. B.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 5 Novembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. L. Autonne présente ses recherches sur certains groupes linéaires. — M. A. Korn étudie les potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace. — M. Leveau a déterminé les perturbations de Vesta dépendant du produit des masses de Jupiter et de Mars.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. L. Besson a observé de nouveau, le 29 octobre, l'arc tangent supérieurement au halo de 46°. Les détails de cette observation confirment pleinement la théorie de Bravais. — M. P. Villard montre qu'une cathode en activité émet des rayons qui transportent des charges positives; dans un mélange d'O et d'H, les corpuscules cathodiques provoquent de préférence la luminescence de l'O; les particules positives n'illuminent, au contraire, que l'H. — M. Ed. Branly est parvenu à établir, entre un poste transmetteur et un des postes récepteurs d'une installation de télégraphie sans fil, une correspondance exclusive, indépendante de la syntonisation. — M. F. Wallerant a observé quatre modifications polymorphiques des cristaux liquides d'oléate d'ammonium. — M. H. Baubigny, à propos des expériences récentes de MM. Bruni et Padoa, réclame un droit de priorité quant à l'étude de l'influence de la tension de l'HS sur les solutions salines, neutres ou acides, lors de la formation des sulfures métalliques. — MM. C. Chabrier et F. Levallois, en attaquant la tantalite par la potasse, ont observé le dégagement de vapeur d'eau et d'hydrogène; ces gaz sont dus à la réduction de la potasse par le protoxyde de fer du minéral, qui se transforme en sesquioxyde. — M. W. Oechsner de Coninck a observé que le sélénium qui se sépare par repos du sulfoxyde SeSO_2 constitue une variété nouvelle, brune, tantôt claire, tantôt foncée, faiblement et lentement soluble dans CS_2 . — M. A. Haller a constaté que tous les glycérides (corps gras), placés en milieu alcoolique renfermant de petites quantités d'acides, peuvent subir l'alkoolyse, avec formation de glycérine et d'éthers-sels de l'alcool et de l'acide gras. Cette transformation constitue un moyen très pratique pour la préparation de certains éthers et aussi une nouvelle méthode d'analyse qualitative des matières grasses. — M. P. Freundler montre que le chloral butyrique, obtenu dans la chloruration de la paraldéhyde, ou plutôt son hydrate, se comporte comme une sorte d'acide bibasique, donnant des alcooates (éthers acides) et des acétals (éthers-sels). — M. Tiffeneau, poursuivant ses études sur la migration phénylique dans l'élimination de III des indolhydrines, l'explique par la structure à valences pendantes des composés intermédiaires formés. — M. J. Lavaux montre que le diméthylanthracène A, l'un des trois corps obtenus par lui dans la réaction de $\text{ClP}^{\text{Cl}}\text{P}$ sur le toluène, est le 1:6-diméthylanthracène. — M. L. Hugouenq a étudié la chupéovine, albumine qu'il a extraite des œufs du *Clupea harengus*. Elle paraît formée à peu près des mêmes matériaux que la vitelline de l'œuf de poule. — M. Al. Hébert a constaté que les sulfates de Th et de Zr sont nocifs pour la levure de bière, la diastase et l'émulsine, aux doses très faibles de 0,5 à 1 gramme par litre; les sulfates de Ce et de La ne paraissent pas avoir d'action sensible sur ces organismes.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. J. Sabrazès a observé, dans le liquide des kystes spermatisques, des macro-

phages émanés des parois, qui résorbent en partie les spermatozoïdes immobiles dans le liquide. — M. J. Salmon tire de ses études la conclusion que les monstres ectoméliens représentent des variations squelettiques très diverses, dans lesquelles l'arrêt de développement vrai ou arrêté de formation n'entre que pour une faible part. — M. J. Tur rejette dans son ensemble, en tant que cause de la polygénèse, la théorie de la concrescence primitive, comme contraire à tous les faits connus de l'embryologie des monstres composés. — M. P. Lesage a constaté que la germination des spores de *Penicillium* dans un champ électrique est retardée par rapport à celle de spores témoins. — M. A. Lacroix a examiné un minéral, provenant de l'île de San Thomé, et constitué par du phosphate d'alumine hydraté, un peu ferrifère, formé aux dépens du trachyle sous-jacent sous l'influence des déjections des oiseaux de mer. — M. Ph. Négris estime que la base du mont Rhône, en Messéne, est formée de grès ancien et calcaire, et au-dessus de flysch éocène. — M. E. Haug a étudié les dislocations de la bordure du Plateau central, entre La Voulte et Les Vans (Ardèche); elles paraissent dues à un soulèvement épigénétique du Plateau central. — M. C. Renz précise nos connaissances sur les terrains jurassiques de la Grèce occidentale. — M. E. Jourdy, par la considération du substratum archéen du globe, éclaire le mécanisme des actions géodynamiques. — M. Grand'Eury montre, par l'étude de la flore du boghead d'Autun, que les graines connues sous le nom de *Carpolites variabilis* doivent être rattachées aux *Callipteris conferta* et dérivées.

Séance du 12 Novembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Riesz recherche dans quels cas les méthodes de la théorie des ensembles de points peuvent s'appliquer à la théorie des ensembles de fonctions. — M. Gambier présente ses recherches sur les équations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes. — M. Löwy poursuit l'exposé de sa méthode pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien. — MM. C. Féry et G. Millochau, en se basant sur leurs mesures de l'émission calorifique du Soleil et en corrigeant les résultats de l'absorption probable due aux atmosphères solaires, arrivent à une valeur de 6.100° pour la température du noyau. — M. M. Stefanik déduit de son étude photographique des raies telluriques dans le spectre infrarouge du Soleil, observé au sommet du Mont-Blanc, que les groupes λ 7.950, 8.200 (Z), 9.150 et probablement 9.000 sont attribuables à la vapeur d'eau. — M. J. Guillaume communique ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le troisième trimestre de 1906. Le nombre des groupes de taches a augmenté environ de moitié et leur surface totale d'un tiers. Les groupes de facules ont un peu diminué en nombre et en étendue.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — MM. A. Perot et Laporte ont déterminé exactement la valeur relative des étalons lumineux Carcel, Vernon Harcourt et Hefner; elle peut s'exprimer par les chiffres 1 : 4,004 : 0,0930. — M. M. Guichard a constaté que la solution brune obtenue dans la réduction en liqueur acide de l'acide molybdénique par le molybdène renferme, non un sel de bioxyde, mais un sel de l'oxyde MoO^{II} ; on en est conduit à penser que le bioxyde de molybdène ne donne pas de sels. — M. M. Berthelot, à propos d'expériences récentes, rappelle ses observations déjà anciennes rela-

tives aux équilibres éthers et aux déplacements réciproques entre la glycérine et les autres alcools. — **M. P. Lemoult** a déterminé les chaleurs de combustion et de formation de quelques amines. Les quatre butylamines primaires isomères possèdent la même chaleur de combustion. — **M. R. Fosse** montre que l'atome d'O fermant le noyau pyronique de la xanthone paralyse l'action de l'O cétonique sur l'hydroxylamine et la phénylhydrazine. Au contraire, l'atome d'O fermant le noyau pyranolique du xanthryl communique à l'OH du groupement carbinol secondaire la faculté d'agir sur l'hydroxylamine et la semi-carbazine. — **M. H. Mech**, en faisant réagir le chlorure de benzyle *p*-nitré sur l'acétylacétone sodée, a obtenu la di-*p*-nitrobenzylacétone, **F. 229°**, et un corps goudronneux qui, par hydrolyse, fournit la *p*-nitrophénylbutanone, **F. 40°-41°**.

3° SCIENCES NATURELLES. — **M. J. Lefèvre** propose de compléter, en Physiologie, la notion mécanique pure par l'introduction, dans les calculs d'énergétique animale, d'une nouvelle quantité qu'il appelle l'équivalent énergétique moteur du travail résistant. — **M. Leclerc du Sablon** a observé que le Blastophage existe normalement sur les Capritiguiers du Gard, du Vaucluse et de l'Ardeche. D'autre part, les Capritiguiers peuvent produire des graines non seulement dans les figues d'automne, mais encore dans les figues d'hiver. — **M. A. Lacroix** décrit quelques produits des fumerolles de la récente éruption du Vésuve, en particulier des minéraux arsénifères et plombifères : réalgar, galène (signalée pour la première fois au Vésuve), cotunnite. — **M. Deprat** signale l'existence en Corse de porphyres quartzifères alcalins et d'un remarquable gisement d'orthose à Partinello, près de Vico.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Octobre 1906.

MM. P. Reynier, Yvon et **Cadiot** présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les Prix Bourcieret, Nativelle et Saintour. — **M. P. Poirier** fait remarquer l'ignorance où nous sommes encore de la nature, de l'origine et des causes du cancer et montre le grand intérêt qu'il y aurait à ce qu'en France une institution centralisât et coordonnât les travaux publiés sur le cancer et suscît des initiatives et des travaux nouveaux. Passant au problème particulier du cancer de la langue, l'auteur recommande l'ablation totale et bilatérale des territoires lymphatiques de l'organe par une opération large et précoce. Cette opération, surtout lorsqu'elle est pratiquée à temps, est relativement peu grave et permet d'obtenir des guérisons. Le cancer de la langue s'observe surtout chez les fumeurs et les syphilitiques. — **M. Kelsch** apporte de nouveaux arguments en faveur de la transmission probable du paludisme par des agents autres que les Anophèles. Ainsi l'infection paludéenne se manifeste à Tomsk (Sibérie) dès le mois de mars et atteint son maximum en avril, par des températures qui ne s'élèvent guère au-dessus de zéro, et par conséquent sans le concours des moustiques qui font complètement défaut à cette époque de l'année sous ce climat extrême. On peut citer un grand nombre de cas analogues.

Séance du 6 Novembre 1906.

MM. A. Gilbert, P. Poirier et **Chauffard** présentent respectivement les Rapports sur les concours pour les Prix Godard, Meynot et Clarvins. — **M. Kelsch** communique, au nom de la Commission permanente de vaccine, un Rapport à la suite duquel l'Académie émet le vœu que les listes établies par les soins du Ministère de l'Intérieur embrassent avec exactitude et méthode tous les actes des vaccinations et revaccinations publiques. En particulier, il faudrait : soumettre d'office aux vaccinations et revaccinations les enfants des nomades et les nomades eux-mêmes ; recommander

rigoureusement l'inscription sur les certificats du résultat positif ou négatif de l'inoculation ; revacciner à l'école les enfants de 6 à 10 ans, si le certificat exigé pour l'admission est négatif ; revacciner de même les enfants de 14 ans avant leur sortie de l'école. — **M. Grancher** apporte, en son nom et en celui d'une quinzaine de collaborateurs, le résultat des examens de dépistage de la tuberculose ganglio-pulmonaire, chez 4.226 garçons ou filles des écoles de Paris. La moyenne des enfants atteints est d'environ 15 % (11,167 % à l'école de la rue Blomet, 19,53 % à celle de la rue Champignonnet). Chez le plus grand nombre, la maladie en est à la 1^{re} étape ; 3 enfants seulement ont présenté de la tuberculose ouverte et été envoyés à l'hôpital. L'essai de traitement, qui a consisté en un petit repas supplémentaire d'une ou deux cuillerées de poudre de viande et d'autant d'huile de foie de morue, a donné des résultats nuls, ou insuffisants. Il faudrait faire davantage : 1° soit placer les enfants atteints de tuberculose légère et fermée dans des familles de campagne où un traitement hygiéno-diététique leur serait assuré ; 2° soit, ce qui serait préférable, envoyer les enfants à la campagne dans un sanatorium-école, où ils continueraient leurs études sous la surveillance étroite d'un médecin.

Séance du 13 Novembre 1906.

M. E. Bourquelot présente le Rapport sur le concours pour le Prix Capuron. — **MM. F. Widal** et **H. Martin** signalent deux cas de dysenterie bacillaire mortelle développée à quelques jours de distance chez un père et son enfant qui vivaient tous deux dans des conditions hygiéniques irréprochables. L'origine probable de ce foyer isolé paraît être dans de vieilles étoffes du Japon, pays où la maladie est fréquente, achetées huit jours avant l'apparition de l'affection et avec lesquelles l'enfant avait joué. — **M. Berger**, à propos de la communication de **M. Poirier**, insiste sur la gravité de l'opération large pour le cancer de la langue, mais montre qu'elle permet d'obtenir des guérisons durables.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 3 Novembre 1906.

M. L. Camus a constaté, chez le chien, qu'une bonne alimentation favorise la résistance à l'intoxication par l'absinthe et l'alcool. — **MM. H. Labbé, Lortat-Jacob** et **Boulaire** ont reconnu que Fiodé injecté dans l'organisme sous forme de médicaments iodés a une grande affinité pour le tissu lymphoïde, rate et ganglions en particulier. — **M. de Sinéty** estime que les résultats, différents des siens, obtenus par **M. Chabouat** dans l'étude de la glande de Bartholin, tiennent à ce que ce dernier a étudié des sujets adultes, alors que le premier avait observé des sujets très jeunes. — **M. A. Laveran** a étudié une tumeur du genou enlevée à une négresse du Sénégal ; on y rencontre en abondance un microcoque rose en zooglyphes, que l'auteur nomme *M. Pelletieri*. — **MM. L.-C. Maillard** et **A. Ranc** montrent que les impuretés du chloroforme dans le dosage de l'indoxyle par la méthode de sulfonation peuvent être la source de graves causes d'erreur. — **M. P. Carnot** a reconnu que l'hyperglobulie provoquée par l'injection d'hémopoïétine est réelle et qu'elle est comparable, dans sa genèse et ses résultats, à la rénovation sanguine, intense et immédiate, provoquée par la saignée. — **MM. A. Gilbert** et **P. Lereboullet** ont relevé, dans le passé de nombreux diabétiques, la plupart des manifestations qui relèvent de la diathèse d'auto-infection. — **MM. J. Jolly** et **A. Vallé** ont constaté que la plupart des corpuscules endoglobulaires décrits par Schmauch dans le sang du chat, sinon tous, répondent simplement à une altération banale et bien connue, due à la technique employée et aussi à l'altérabilité assez grande du sang du chat. — **M. A. Mayer**

a observé que la mucine et l'ovalbumine forment un complexe insoluble dans l'eau, soluble dans les solutions d'électrolytes dilués et coagulable par la chaleur. La mucine et la pepsine donnent un complexe analogue. — M. H. Iscovesco a reconnu que le liquide amniotique humain contient deux espèces d'albumines: l'une électronégative et l'autre électropositive, et une seule globuline électronégative. — M. A. Lagriffoul montre que la méthode de Jousset (ou microscopie) rend d'utiles services pour la recherche du bacille de Koch au sein des divers humeurs de l'organisme. — MM. E. Dalous et G. Serr ont étudié les variations de structure de l'épithélium du tube contourné à l'état normal et au cours de diurèses provoquées. — M. P. Remlinger conclut de ses expériences que, chez le lapin tout au moins, l'antracose pulmonaire se produit par inhalation et non par injection. — MM. M. Gompel et V. Henri ont constaté que l'argent colloïdal électrique à petits grains peut être introduit, même à forte dose, sans produire aucun effet physiologique nuisible sur l'organisme. — M. Laignel-Lavastine a étudié par la méthode de Cajal les neurofibrilles sympathiques chez le cobaye, le lapin et le chien; elles sont rigoureusement intracellulaires. La continuité fibrillaire extra-cellulaire d'Apathy n'est donc pas confirmée. — M. Basset a reconnu que, chez le lapin, l'antracose pulmonaire n'est pas d'origine digestive; dans les conditions physiologiques, toutes les poussières charbonneuses ingérées sont expulsées avec les fèces. — M. H. Vallée recommande de déshydrater parfaitement les bacilles tuberculeux lorsqu'on se propose de les dégraisser. — M. Ch.-A. François-Frank a analysé graphiquement les mouvements du sternum, des côtes et de l'abdomen chez les oiseaux pendant la respiration.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 Octobre 1906.

La Société remet la Médaille Longstaff à M. W. N. Hartley pour ses recherches en Spectrochimie.

M. W. N. Hartley a analysé spectroscopiquement une météorite tombée au Punjab en 1897. Les principaux constituants de la partie métallique sont Fe, Ni, Co, Cr, avec de petites quantités de Cu, Ag, Pb et Ga; la partie rocheuse est formée surtout de silicates de Ca et Mg. — MM. S. Kitchin et W. G. Winterson ont examiné un minéral radio-actif trouvé en Norvège à Hiltorne et Arendal, la *malawite*. Il est constitué par un silicate de zirconium, $3ZrO_2 \cdot 2SiO_2$, et dégage par chauffage de l'hélium et de l'argon. C'est le premier minéral connu qui dégage de l'argon; son émanation ne paraît pas identique à celle du radium. — M. O. Silberrad, en condensant l'acide mellitique avec le résorcinol, a obtenu trois séries de produits, qui sont des dérivés mono-, di- et tri-xanthidryliques: l'acide pyromellitique forme également des dérivés mono- et di-xanthidryliques. Bien que ces corps ne paraissent pas avoir des formules du type quinonique, ce sont néanmoins des matières intensément colorées et fortement fluorescentes. — MM. A. W. Crossley et N. Renouf ont constaté qu'il est possible de séparer les acides azo- et β -diméthyl-adipiques en se servant de leur différente solubilité dans l'eau saturée de HCl et dans un mélange de chloroforme et de pétrole léger. — Les mêmes auteurs ont reconnu que l'action de KOH alcoolique sur le 3-bromo-1:1-diméthylhexahydrobenzène donne un mélange de 1:1-diméthyl- Δ^2 et de 1:1-diméthyl- Δ^3 -tétrahydrobenzène. — MM. F. H. Lees et F. Tutin, en hydrolysant le bromocodéide par l'eau, ont obtenu un mélange de bases isomères avec la codéine, d'où ils ont isolé, par cristallisations fractionnées, une base A, F. 143°-143.5, $n_D = 205^\circ$, et une base B, F. 170°-171, $n_D = 155^\circ$. Cette dernière doit être considérée comme l'isocodéine; la base A serait un mélange moléculaire d'isocodéine et d'un autre isomère

plus lévogyre, qui n'a pu encore être préparé à l'état pur. Ces isomères sont produits par la racémisation de deux atomes de C asymétriques dans une molécule qui doit nécessairement contenir un 3^e système asymétrique. — MM. W. A. Tilden et D. F. Blyther ont préparé un acide amidodicarboxylique dérivant du pinène et dérivant plusieurs de ses dérivés. — MM. W. A. Tilden et F. G. Shephard, en réduisant le nitrosopinène par Na et l'alcool amylique bouillant, ont obtenu principalement la dihydropinylamine, Eb. 198°-199°, qui, sous l'action de l'acide nitreux, se transforme en pinocampheol. — M. F. S. Sinnatt propose une méthode de détermination des nitrates basée sur la conversion de ceux-ci en acide picrique au moyen de l'acide phénolsulfonique, et l'estimation de l'acide picrique formé par le trichlorure de titane. — M. H. M. Dawson a constaté l'existence, dans les solutions ammoniacales de cuivre, d'un composé complexe dissociable contenant quatre molécules d' AzH_3 par atome de cuivre. — MM. A. G. Green et P. F. Crosland ont montré que, dans l'action des alcalis caustiques sur l'acide *p*-nitrotoluenesulfonique, il se forme d'abord un acide dinitrosulfonédisulfonique instable et très oxydable $AZO \cdot C_6H_4(SO_3H) \cdot CH_3$; $CH_3 \cdot CH_3(SO_3H) \cdot C_6H_4 \cdot AZO$, qui est le point de départ pour la formation des colorants stilbéniques. Deux molécules de ce corps se condensent pour donner l'acide dinitroazodistilbénedisulfonique $AZO_2 \cdot SO_3H \cdot C_6H_4 \cdot CH_3 \cdot CH_3(SO_3H) \cdot AZ_2$; $Az \cdot SO_3H \cdot C_6H_4 \cdot CH_3 \cdot CH_3(SO_3H) \cdot AZO_2$, qui est le premier de la série; la réduction des deux groupes nitro, d'abord dans un groupe azoxy, puis dans un groupe azo, donne le jaune-rouge et l'orange. — M. E. A. Werner a obtenu, avec le tétraiodopyrrol $C_4AZH_4I_4$, les composés d'addition $C_4AZH_4I_4Cl$ et $C_4AZH_4I_4Cl_2$. Par l'action du Cl sur les iodures de sulfonium ou ceux d'ammonium tétrasubstitués, il se forme des composés $RCl \cdot ICl_3$, qui sont décomposés par la chaleur en corps $RI \cdot ICl$ plus stables. — M. J. Moir, en mêlant des solutions de benzidine et de CrO_3 , a obtenu le chromate d'un produit d'oxydation de la benzidine de formule $C_{10}H_8AZ_2$, qui ressemble à la camphorone. L'action de CrO_3 sur la 3:3'-dibromo-5:5'-tolidine donne l'homologue vert du corps précédent. — Le même auteur a préparé de nouveaux dérivés du diphenol, entre autres ses acides sulfoniques et un dibromodinitrodiphenol, E. 237°. — MM. P. C. Ray et P. Neogi, en faisant réagir les éthylsulfates sur les nitrites alcalins et alcalino-terreux, ont obtenu à la fois du nitrite d'éthyle et du nitroéthane. — MM. T. S. Price et D. F. Twiss, en électrolysant une solution aqueuse concentrée de thiosulfate d'éthyle sodé, ont obtenu à l'anode du disulfure de diéthyle, Eb. 132°. Avec le thiosulfate de benzyle sodé, il se forme le disulfure de dibenzyle, E. 70°. — MM. J. N. Pring et R. S. Hutton, en faisant réagir l'hydrogène sur le carbone à haute température, ont observé la formation d'acétylène à partir de 1.700°; elle est maximum vers 2.800°. — M. O. C. M. Davis, en faisant réagir le sulfure d'azote dissous dans le chloroforme sec sur certains chlorures métalliques dissous dans le même solvant, a obtenu des composés tels que $NuCl_3 \cdot 2AZ_2S_4$, $ShCl_3 \cdot AZ_2S_4$ et $MoCl_3 \cdot AZ_2S_4$. Avec les chlorures de Ta et de Ti, il y a d'abord réduction, puis formation des corps $TaCl_3 \cdot AZ_2S_4$ et $TiCl_3 \cdot AZ_2S_4$. — M. J. Moir propose de déterminer comme suit les halogènes: la substance est pesée dans un petit creuset de nickel, puis additionnée d'un peu d'eau et de KOH pure et chauffée; on ajoute alors un peu de permanganate en poudre, on évapore à siccité et chauffe au rouge sombre. On dissout dans une solution diluée de bisulfite, neutralise par l'ac. de acétique et précipite l'halogène par le nitrate d'Ag.

L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

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

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Pourquoi la Lune nous paraît-elle plus grosse à l'horizon qu'au zénith? — Un travail récent de M. Claparède vient de remettre cette fameuse question en honneur, et la *Revue* du 30 août dernier a donné un résumé des conclusions auxquelles cet auteur est arrivé.

Nous pensons très sincèrement que M. Claparède est loin d'avoir résolu le problème, mais nous sommes de son avis lorsqu'il dit qu'il en faut chercher la solution dans une question de Psychologie.

Dans l'article précité dû à M. le Dr Sulzer, l'auteur, passant très succinctement en revue les différentes hypothèses proposées depuis des siècles pour éclaircir ce point obscur, parle d'une explication soutenue par plusieurs auteurs, et qui me paraît répondre à toutes les exigences. Il m'a semblé que cette explication est encore la meilleure et qu'elle vaudrait mieux qu'une réfutation en quatre lignes.

Rappelons très brièvement aux lecteurs le problème à résoudre : Tout astre parcourant le ciel dans le mouvement diurne paraît diminuer de diamètre apparent à mesure qu'il s'élève au-dessus de l'horizon. Le phénomène, très sensible pour le Soleil et la Lune, reste encore vrai pour les constellations, dont les proportions augmentent notablement du zénith à l'horizon. Dans des circonstances analogues, nous commettons habituellement une erreur grossière, lorsque nous voulons marquer dans le ciel l'endroit où finit l'arc de 45 degrés compté de l'horizon au zénith.

D'où peut provenir cette erreur invincible que tout le monde commet, aussi bien les astronomes habitués aux mesures que les gens du peuple n'ayant aucune notion du diamètre apparent?

Avant de résoudre le problème, il faut bien s'entendre sur différents points de nature à éclairer le sujet.

L'appréciation de la grosseur d'un objet éloigné est un acte assez complexe, dans lequel entrent une foule d'éléments subjectifs très variables.

Interrogez cent personnes sur la grosseur apparente de la Lune, presque toutes vous diront qu'elles la voient grosse comme une assiette, sans préciser davantage. Si l'on demande des explications, l'interlocuteur ne com-

prendra pas de prime abord. On insiste en posant la question suivante : « Où placez-vous l'assiette? » et l'on voit quelqu'un prenant pour la première fois conscience de la notion du diamètre apparent. Continuez le raisonnement : « La Lune, direz-vous au personnage en question, vous paraît grosse comme une assiette; très bien, mais à quelle distance placez-vous l'assiette? Votre objet sera d'autant moins gros qu'il sera plus éloigné, du moins en apparence. » Neuf fois sur dix, cette question n'est pas comprise. Pour la plupart des personnes, une assiette vue à 30 centimètres ou à 4 mètres doit avoir la même grosseur, car il entre dans l'appréciation de la grandeur l'élément *distance*, dont elles tiennent compte inconsciemment.

On peut formuler ainsi une règle générale :

1^o Montrez à quelqu'un un objet à lui connu placé à une distance facilement appréciable, cet objet sera apprécié comme si l'interlocuteur le mesurait réellement. Exemple : Montrez une cheminée surmontant une maison et demandez de quelle épaisseur paraît la cheminée, on vous répondra : 40 ou 50 centimètres; on évalue l'épaisseur réelle de l'objet;

2^o Montrez maintenant au même interlocuteur un objet lointain situé à un nombre de kilomètres absolument inconnu de lui et d'une grosseur réelle qu'il ne connaît pas, une tour par exemple. Aussitôt et inconsciemment, il changera son mode d'évaluation : « D'ici, dira-t-il, l'épaisseur de cette tour perdue dans le lointain ne paraît avoir que quelques centimètres. »

Cette erreur est tellement commune qu'elle subsiste chez beaucoup de personnes instruites, même pour les objets de dimensions connues. Demandez à quelqu'un, situé à 15 kilomètres de Paris, de quelle grandeur il voit la tour Eiffel. Il lui viendra rarement à l'idée de vous répondre qu'il la voit s'élever à une hauteur de 300 mètres : « Elle me paraît avoir un ou deux mètres de hauteur », vous dira-t-il.

Les aéronautes, dans leurs descriptions de voyages aériens, disent presque toujours que, de la nacelle, on voit les hommes grands comme des fourmis.

Dans un même ordre d'idées ne vous souvient-il pas d'avoir lu dans des journaux, même scientifiques, des descriptions de chutes de météores en ces termes : « Ce bolide paraissait avoir 15 centimètres de diamètre »?

Demandez à l'auteur ce qu'il a voulu dire. D'abord, il n'entendra rien à votre question; mais, s'il finit par comprendre qu'il faut se donner une distance pour préciser la grandeur d'un objet à l'aide d'une unité de mesure, il adoptera la distance de la vue normale, celle de la vision distincte, par exemple, soit 25 centimètres environ. Eh bien! là encore, il se trompe grossièrement. Il n'arrivera jamais à quelqu'un qui n'est pas habitué à des mesures d'angles de comparer le disque de la pleine Lune à un pain à cacheter placé à la distance de 25 centimètres, et cependant un pain à cacheter dans ces conditions serait encore beaucoup trop large et éclipserait une portion du ciel trente fois plus grande en surface que le disque lunaire au moment où notre satellite est le plus près de la Terre et nous offre un diamètre apparent de $33' 30''$.

Ainsi, dès que la distance n'entre plus en compte, nous sommes complètement dérouterés pour apprécier la grosseur d'un objet.

Certaines conditions contribuent aussi à nous tromper sur la distance, par conséquent sur la grosseur. Nous en citerons deux seulement, invoquées dans le cas qui nous occupe : les points de repère et l'intensité de l'éclairement.

A l'horizon, la Lune prend place dans le paysage et nous avons des points de repère; ceux-ci nous manquent au zénith; nous jugeons l'astre plus rapproché; son diamètre apparent ne variant pas sensiblement pour notre œil, nous le jugeons plus petit. Telle est la raison souvent invoquée. Elle nous paraît fort incomplète. L'illusion persiste, en effet, aussi bien sur mer en temps calme que dans la plaine, alors que les points de repère font absolument défaut, surtout la nuit.

L'intensité de l'éclairement d'un objet nous renseigne habituellement sur sa distance approximative. Cela est vrai généralement; mais, dès qu'on en arrive aux applications particulières, on commet de très grosses erreurs. Dans certaines contrées, où l'air est très pur, où les lignes d'horizon sont nettement découpées, un individu habitué au climat parisien se tromperait étrangement sur la distance et la grosseur des objets éloignés. Les règles du clair-obscur changent suivant les pays et les latitudes.

Au moment où un astre se lève, ses rayons nous arrivent après avoir traversé une couche d'atmosphère plus épaisse qu'au zénith; son éclat étant diminué, nous devons le voir plus gros. Cette condition, qui entre en ligne de compte bien certainement, n'est cependant pas suffisante, car tout le monde se souvient d'avoir vu assez souvent le Soleil, par certains jours brumeux d'hiver, nettement découpé sur le fond du ciel; eh bien! même à midi, il ne faisait pas l'effet d'un gros soleil se levant à l'horizon.

La raison donnée par M. Claparède ne nous paraît pas meilleure, et nous rangeons dans la même catégorie celle de M. Blondel. L'un et l'autre font appel à l'intérêt qu'ont pour nous les objets situés dans la partie du ciel voisine de l'horizon. Cette théorie, qualifiée d'affective, devrait tout expliquer. Or, voici deux faits qu'elle n'explique pas : Considérez dans nos latitudes une constellation circumpolaire telle que la Grande Ourse, par exemple. Lorsque les principales étoiles sont disposées à peu près horizontalement, la hauteur moyenne de la constellation est voisine de 45° . Six heures après, elle passe près du zénith et paraît très rapetissée. Ce phénomène, que j'ai souvent fait remarquer à des personnes s'intéressant fort peu à l'Astro-

nomie, est inexplicable dans la théorie affective. Je ne vois pas comment une constellation à 45° de hauteur intéresserait le public plus que la même constellation à 80° . De même, pourquoi un savant habitué à compter les angles est-il toujours tenté de donner une grandeur plus forte à l'arc de 45° degrés s'il le compte de l'horizon au zénith?

Il faut, en effet, chercher l'explication de tous ces phénomènes dans des erreurs de jugement, donc dans une théorie psychologique, et celle qui rend compte des différents cas est la théorie de la voûte surbaissée :

1^o Il est incontestable qu'un même objet paraît d'autant plus grand que nous le projetons sur un fond plus éloigné. Exemple : le soir, regardez le fil incandescent d'une lampe électrique, puis, brusquement, portez les yeux sur un fond éloigné : l'image négative de la lampe pourra occuper toute la façade d'une maison.

2^o Il est non moins certain que la voûte du ciel ne nous paraît pas hémisphérique, mais surbaissée. Un même astre sera donc jugé par nous à des distances différentes : plus éloigné à l'horizon, il devra nous paraître plus gros qu'au zénith, son diamètre apparent n'ayant pas changé. L'illusion provient uniquement de cette cause : la preuve expérimentale est facile. Tout le monde peut la répéter. Regardez le Soleil au moment où il est très bas à l'horizon, puis tournez la tête horizontalement de façon à projeter les images négatives rétiniennees sur un autre point du ciel. Si vous avez soin d'entretenir ces images en ouvrant et fermant rapidement les paupières, vous aurez devant vous un ou plusieurs disques solaires de

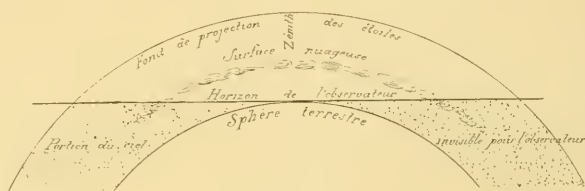


Fig. 1.

la même grosseur que celui que vous avez regardé; la couleur seule aura changé. Avant que ces images négatives aient disparu, inclinez peu à peu la tête en arrière de façon à projeter successivement l'image du disque sur tous les points compris entre l'horizon et le zénith; vous serez frappé de voir le cercle lumineux diminuer de diamètre à mesure; vers le zénith, il passera par la grandeur minimum et vous représentera à peu près comme grosseur celle du Soleil vu à midi en été.

Deux points lumineux près de l'horizon et situés à une distance angulaire connue donneraient de même des images négatives paraissant se rapprocher vers le zénith. M. Claparède objectera à ceci que la Lune paraissait, pour les personnes qu'il a interrogées, plus rapprochée à l'horizon qu'au zénith. C'est l'effet d'un double jugement très explicable.

L'horizon paraît plus éloigné que le zénith; l'astre projeté occupant la même place, par un jugement purement réflexe, c'est-à-dire instinctif, nous l'estimons plus gros.

Que l'on nous questionne maintenant sur la distance de l'objet. Instantanément nous ferons le raisonnement suivant : Un même objet est d'autant plus gros qu'il est plus rapproché; donc la Lune à l'horizon doit être plus proche qu'au zénith et nous ne voyons dans cette manière presque inconsciente de raisonnement aucune contradiction.

Le problème nous semblera donc complètement résolu si nous expliquons pourquoi le ciel, l'espace qui est au-dessus de nos têtes, prend l'apparence d'une voûte et, de plus, celle d'une voûte surbaissée.

Si l'on y réfléchit un instant, il semble qu'il serait difficile qu'une autre forme convienne mieux aux apparences que nous voyons.

La Terre nous paraît toujours plate et les formations

nuageuses passant au-dessus de nos têtes, emportées par le vent, semblent, quelques heures plus tard, toucher l'horizon. Il en est de même des étoiles. Le mouvement du Soleil et de la Lune contribue à nous entretenir dans cette illusion. A la distance où nous sommes, tous les astres se projettent sur le même fond que nous créons de toute pièce. Le ciel, que nous ayons fait des études d'Astronomie ou que nous soyons ignorants, tourne d'un seul bloc, et la sphère seule convient à ce mouvement. Dans la journée, les nuages que nous jugeons peu éloignés sont disposés véritablement en forme de voûte. Le soir, si quelques nuages subsistent, nous voyons clairement les étoiles situées par derrière, mais nous n'avons aucune raison, puisque leur distance nous est inconnue, de ne pas les disposer parallèlement à la couche nuageuse. Lorsque, pendant le jour, l'atmosphère est limpide et sans nuages, nous conservons la voûte du ciel qui recevra, la nuit venue, toutes les étoiles. Il y a là une illusion d'ordre psychologique très explicable. La voûte céleste doit donc avoir la même forme que la voûte nuageuse, car nous n'avons aucune raison de l'imaginer autrement.

Ceci admis, nous pouvons remarquer que cette voûte nuageuse, disposée parallèlement à la surface terrestre, qui est en réalité sphérique, est plus près de nous au zénith qu'à l'horizon (fig. 1).

Si l'on insiste en disant qu'il est difficile à un observateur de savoir si les nuages du zénith sont plus près de lui que ceux qui bordent l'horizon, par le fait même de l'absence de points de repère, nous ferons remarquer que ces points de repère ne sont pas nécessaires absolument. Il est facile de se rendre compte grossièrement de la différence de distance par d'autres procédés.

Les formations nuageuses ne sont pas disposées de la même façon dans les deux cas.

Lorsque le vent, surtout s'il est violent, pousse les nuages, le maximum de vitesse a toujours lieu au zénith, et, comme il n'y a pas de raison d'imaginer qu'il souffle plus fort en cet endroit, il devient évident que cela est dû au fait que les nuages sont plus rapprochés. Ces exemples, qu'on pourrait multiplier, suffiront amplement à nous montrer comment se fait l'acquisition de cette notion de voûte surbaissée, que les enfants possèdent de très bonne heure.

Cette explication très simple d'un phénomène remarqué depuis longtemps me paraît de nature à satisfaire tous les esprits; elle a l'avantage de s'appliquer à tous les cas et, pour notre part, nous ne chercherons pas ailleurs la solution d'un problème qui a hanté plus d'un savant et d'un psychologue.

L'Abbé Th. Moreux,

Directeur de l'Observatoire de Boulogne.

§ 2. — Physique

Les effets élastiques résiduels dans le quartz cristallin. — Les nombreuses recherches expérimentales ou théoriques faites sur l'élasticité résiduelle, depuis la découverte de ce phénomène, sont presque exclusivement relatives à l'allure de l'effet suivant une déformation donnée. Les lois ainsi trouvées se résument par les formules générales établies par M. L. Boltzmann. Cette façon d'envisager les phénomènes ne conduit pas, cependant, à une explication physique satisfaisante de leur essence.

Dans une thèse inaugurale récemment présentée à la Faculté des Sciences de Munich, M. A. Joffé étudie d'une façon approfondie les effets d'élasticité résiduelle qui se produisent dans le quartz cristallin. Cette substance est d'une rigidité presque parfaite; ses limites d'élasticité et de résistance mécanique coïncident, toutes ses déformations sont élastiques. Sa grande résistance mécanique et sa dureté augmentent la pré-

cision qu'il est possible d'atteindre. D'autre part, on obtient le quartz à un grand degré de pureté et sous les dimensions nécessaires; il n'est pas sujet à se fendre facilement. Ses propriétés ayant été, du reste, étudiées avec soin dans toutes les autres directions, le quartz peut être considéré comme corps étalon.

Voici les principaux résultats trouvés par l'auteur :

On ne réussit pas, avec les moyens utilisés pour l'expérience, à démontrer l'existence d'un effet résiduel d'élasticité de flexion. Dans les plaques de quartz déformées sans excitation électrique, l'effet résiduel, dans l'intervalle de une seconde à une heure, après une déformation antérieure de quatre-vingts heures, est inférieur à 0,000,07 de la flèche de flexion, tandis que, dans le verre ordinaire, il atteint plus de 2 % de la déformation.

La déformation résiduelle accompagnant exclusivement la piézo-électricité est une déformation électrique secondaire, due à la disparition de la piézo-électricité. L'allure de cet effet résiduel est accélérée par l'exposition aux rayons du radium, aux rayons X, à la lumière ultra-violette, ainsi que par les accroissements de la température. Cette influence est d'autant plus forte que l'action a été continuée pendant plus longtemps avant l'expérience d'élasticité résiduelle. Elle subsiste même après la cessation de l'action et ne disparaît que fort lentement, réduisant en même temps la sensibilité que possède le quartz relativement aux expositions ultérieures. Cette perte de sensibilité est permanente; on n'y remédie par aucun moyen.

L'influence d'un rayonnement ou d'un accroissement de la température se traduit, en général, par une augmentation de la conductibilité électrique, plus grande suivant la direction de l'axe principal que normalement à ce dernier.

Parmi les verres étudiés, le verre 0,102 C. Zeiss se distingue par une élasticité résiduelle tout particulièrement petite, seize fois moindre que celle d'une plaque en verre ordinaire.

L'élasticité résiduelle n'est point modifiée d'une façon sensible, dans ce dernier cas, par les expositions aux rayons précités.

Telles sont, en résumé, les intéressantes observations de M. A. Joffé, qui conduisent à attribuer au quartz une place tout à fait à part parmi les autres substances.

§ 3. — Electricité industrielle

Locomotive monophasée des chemins de fer suédois.

— La caractéristique de cette locomotive, qui a été fournie récemment par la Société Westinghouse à l'Etat suédois, c'est le voltage de 18.000 volts au trolley pour lequel l'équipement est prévu. Des connexions spéciales permettent, toutefois, d'employer des voltages plus bas, mais de 3.000 volts au moins. Cette haute tension a exigé l'emploi d'un auto-transformateur à refroidissement d'huile. On se propose d'essayer diverses tensions pour se rendre compte de la tension la plus favorable dans les conditions de ces chemins de fer.

Le contrôle est électropneumatique; il comporte un compresseur actionné par un moteur monophasé, un moteur à air sur le régulateur d'induction et des soupapes à électros. Les freins pneumatiques et les sauteurs à air sont alimentés par le même compresseur. Il y a deux connecteurs à chaque bout de la locomotive, de sorte que deux locomotives peuvent se coupler et se commander par un rhéostat qui se trouve au milieu de la cabine.

La locomotive équipée pèse 25 tonnes et porte sur quatre roues motrices de 1,2 0 millimètres. Il y a deux moteurs de 150 chevaux (25 périodes) engrenant à 18 : 70 avec un essieu chacun. La vitesse prouvée est de 40 milles à l'heure avec 70 tonnes de charge.

Les petits appareils de commande se trouvent seuls dans la cabine et l'installation est de nature à présenter toute facilité et toute sécurité pour le conducteur.

§ 4. — Chimie

Nouveau procédé d'analyse chimique du lait. — Il y a une grande importance pour les laitiers-nourrisseurs à connaître la composition des laits qu'ils fournissent au consommateur. Aujourd'hui, la plupart de ces industriels possèdent un petit laboratoire, où ils peuvent faire eux-mêmes l'essai de leurs produits. Malheureusement, si les méthodes d'analyse du lait sont nombreuses, les unes, rapides, donnent souvent des résultats insuffisants, tandis que les autres, longues et minutieuses, demandent un laboratoire bien outillé et un préparateur habile. Frappé de cet état de choses, j'ai essayé de mettre à la portée de toute personne ayant quelques connaissances chimiques un procédé d'analyse simple et rapide. Voici, en particulier, la méthode que je préconise pour le dosage des deux éléments les plus importants du lait : le beurre et la caséine; elle met en œuvre un procédé indiqué antérieurement par MM. Trillat et Sauton, au moyen d'un petit extracteur que j'ai imaginé.

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences le 26 mars 1906, MM. Trillat et Sauton ont fait connaître la propriété très intéressante que possède l'aldéhyde formique d'insolubiliser la matière albuminoïde du lait, qui précipite à l'état de poudre offrant à l'action des acides et des alcalis une résistance remarquable, qui permet de la purifier par lavages à l'eau sans crainte de la redissoudre partiellement.

Me basant sur ces indications, j'introduis 10 centimètres cubes de lait dans un vase à précipitation chaude, en ayant toujours soin de laisser glisser le lait contre les parois du vase, puis j'y ajoute 2 volumes d'eau distillée. Je porte à l'ébullition pendant cinq minutes; le liquide est alors additionné de 5 gouttes de formol. On porte de nouveau à l'ébullition trois minutes, on abandonne au repos cinq minutes, puis l'on traite le liquide par 3 centimètres cubes d'alcool à 65° contenant 3 grammes d'acide acétique par litre. On agite : la précipitation doit être immédiate; le précipité pulvérulent est recueilli sur un petit filtre à plis taré. On le lave plusieurs fois à l'eau distillée jusqu'à ce que les eaux de lavage ne donnent plus aucune réaction au papier de tournesol. Puis, quand le filtre s'est complètement égoutté à l'air libre, on arrose le précipité avec 40 centimètres cubes d'alcool à



Fig. 1. — Appareil d'épuisement pour l'analyse chimique du lait. — A, réfrigérant; C, B, D, tube pour le passage de l'éther vaporisé; E, F, G, tube à robinet pour le retour de l'éther condensé au ballon H.

90°, contenant 0,5 gr. d'acide acétique par litre. Enfin, le filtre est retiré de l'entonnoir avec précaution et introduit dans l'appareil d'épuisement qui séparera les matières grasses entraînées par le précipité.

Cet appareil (fig. 1) se compose d'un cylindre en verre de 18 centimètres de longueur sur 3 centimètres de diamètre, fermé à sa partie supérieure d'un bouchon percé d'un trou sur lequel s'adapte un réfrigérant A. La partie inférieure du cylindre est fermée par un bouchon en liège fin percé de deux trous : dans le premier passe le tube B, qui va de C en D où il est légèrement coudé; le second reçoit le tube E, qui va

de F en G et est muni d'un robinet. Ces deux tubes de verre aboutissent dans le ballon H.

Pour mettre l'appareil en marche, je procède de la façon suivante : j'enlève le réfrigérant placé à la partie supérieure de l'appareil d'épuisement; puis j'introduis le filtre et son contenu à épuiser, en le laissant glisser tout doucement contre les parois du cylindre. Je verse alors 60 centimètres cubes d'éther dans le ballon H, taré à la balance de précision, puis je ferme solidement toutes les ouvertures de mon appareil. Je mets en marche la circulation d'eau du réfrigérant et je chauffe le ballon à feu nu avec une très petite flamme. L'éther entre en ébullition et passe par le tube B pour venir se condenser dans le réfrigérant et tomber goutte à goutte sur le filtre qu'il arrose. Pendant que se fait l'extraction, on tient fermé le robinet du tube E et on ne l'ouvre que lorsque l'éther baigne complètement le filtre.

Au bout d'une heure, l'opération est terminée; le filtre est retiré de l'appareil, puis desséché à l'étuve à 100° pendant trois quarts d'heure; on pèse et la différence de poids entre le filtre et son contenu, multipliée par 10, donnera les matières albuminoïdes ou caséine du lait pour 100 parties du liquide à essayer. D'autre part, on enlève le ballon de l'extracteur, dont on laisse évaporer l'éther jusqu'à siccité, puis on sèche pendant trois quarts d'heure à l'étuve à 100°. L'on pèse, et la différence de poids entre le ballon contenant l'extract et le ballon taré vide, multipliée par 10, donnera les matières grasses ou beurre pour 100 parties de lait.

J'ai contrôlé par plusieurs méthodes et sur différents laits cette manière d'opérer et j'ai toujours obtenu des résultats très satisfaisants et d'une très grande exactitude.

E. Leturc.

§ 5. — Agronomie

Le commerce des céréales en France¹.

La production des céréales est la branche la plus importante, non seulement en France, mais encore dans la plupart des pays du midi de l'Europe. C'est que ces grains forment la base de l'alimentation chez les races latines, que le climat méditerranéen leur est très favorable et que la main-d'œuvre est beaucoup moins chère dans ces régions que dans les pays du Nord. Par le fait de la concurrence de la Russie, des États-Unis et de quelques pays neufs comme l'Argentine, l'Australie, le Canada, la monoculture des céréales ne semble plus rémunératrice dans les États de l'Europe occidentale. Même dans nos départements du Nord, comme l'a fait remarquer M. Demangeon, où cependant les rendements sont les plus élevés, l'agriculteur doit s'appuyer soit sur l'élevage méthodique du bétail, qui fournit du fumier et donne des produits d'une vente assurée, soit sur des assolements scientifiques, dans lesquels entrera, par exemple, la culture de la betterave, qui laisse la terre bien fumée, prête à recevoir le blé presque sans frais. C'est en ce sens que la betterave mérite son nom de plante porte-progrès.

La France consacre aux céréales une étendue qui oscille autour de 15 millions d'hectares et qui représente 28 à 29 % de la surface totale du pays. La moitié de cette surface est occupée par le blé, qui se trouve à l'heure actuelle en légère décroissance. L'orge suit le même mouvement, tandis que l'avoine, après avoir notablement augmenté, est actuellement stationnaire.

Le blé se plaît particulièrement dans ces limons de la Beauce et de la Picardie qui se continuent à travers l'Europe jusqu'aux « terres noires » de la Russie et qui jalonnent une des plus anciennes lignes de peuple.

¹ Cf. P.-P. DEBRÉAUX : La culture du blé en France. *Revue générale des Sciences*, 1902, p. 762-775. — MAURICE LAIR : Le commerce des céréales en France. *Revue économique internationale*, 15 octobre 1905.

ment. Notre plus grand centre de production comprend justement les riches plaines du Nord et du bassin parisien; c'est là aussi que, grâce aux progrès de la technique agricole, à l'introduction des assolements rationnels et des engrais complémentaires, grâce à la sélection des semences et au choix des espèces, on a obtenu les meilleurs rendements, jusqu'à une moyenne de 25 hectolitres par hectare. C'est précisément pour les mêmes raisons, et parce que la culture y est plus scientifique, que les pays de l'Europe septentrionale obtiennent des rendements plus élevés que les pays du Midi, qui jouissent cependant de conditions naturelles plus favorables. La différence existe même entre nos départements de situation géographique différente.

De 60 millions d'hectolitres, vers 1840, la production annuelle du blé s'est élevée, en 1905, à 119 millions, de telle sorte que la France vient actuellement au troisième rang des grands pays producteurs, après les États-Unis et la Russie. Ces deux États ont une énorme avance sur les autres; cependant, dans le cas des États-Unis, on constate une diminution des exportations par suite de l'accroissement de la consommation nationale. Parmi les autres pays exportateurs, l'Inde est caractérisée par l'extrême irrégularité de ses récoltes, conséquence des mauvaises conditions climatiques. L'Australie est un peu dans le même cas. La République Argentine et le Canada, même le Chili sont appelés, au contraire, à gagner de l'importance, à mesure que la colonisation atteindra d'excellentes terres inoccupées ou actuellement consacrées à l'élevage.

Malgré sa grande production, la France demeure légèrement importatrice, même pour l'orge et l'avoine. Le seigle ne donne lieu qu'à un trafic insignifiant, dans lequel nous serions plutôt exportateurs. Depuis 1898, nos exportations de blé n'ont jamais dépassé nos importations. Une bonne partie de ces dernières nous est fournie par l'Algérie et la Tunisie, qui livrent à nos fabricants de pâtes alimentaires d'excellents blés durs, pour lesquels nous sommes également tributaires de la Russie.

La régularisation des prix est toute récente. « Les cours d'une place, écrit M. Maurice Lair, sont régis moins par les circonstances locales que par l'état du marché mondial; six ou sept grands centres font la loi à l'univers; la moindre fluctuation sur l'un d'eux se répercute sur les autres. Paris, Londres et Liverpool attendent des nouvelles de New-York, de Chicago, d'Odesa et de Calcutta, et ces marchés, de leur côté, supputent à quel moment précis sera atteint le point d'importation de leurs blés en Europe. Un nivellement des prix s'opère même entre les régions éloignées. Avec la rapidité des transports et la baisse des frets, rien n'est plus aisé que de faire rapidement parvenir les blés là où la récolte a été mauvaise. En 1883, le transport d'un quintal de blé entre New-York et le Havre s'élevait à 3 fr. 70; en 1890, il tombait à 2 fr. 35; en 1898, à 1 franc. La traversée de l'Atlantique coûte moins cher que le trajet du Havre à Paris. Aussi les différences d'un marché à un autre tiennent-elles moins aux frais de transport qu'à la diversité des législations douanières ou aux variations du change. » Les pays qui ont des changes dépréciés, soit par l'emploi du papier-monnaie, soit par l'usage exclusif de la monnaie d'argent, bénéficient d'une sorte de prime à l'exportation de leurs produits; mais ce gain est dévalorablement compensé par les conséquences désastreuses qui résultent de la mauvaise situation économique du pays. Quant au droit d'entrée, il ne s'ajoute pas intégralement, mais il maintient un écart très appréciable entre le prix du marché protégé et celui du marché libre. Entre Londres et Paris, la différence est en moyenne de 5 à 6 francs par quintal, alors que notre taxe douanière est de 7 francs.

Comme les autres produits agricoles, le blé a subi une baisse qui peut être évaluée à 25 %, pour les vingt dernières années. La cause en est dans le grand déve-

loppement de cette culture, encouragé par le fait que le blé est la céréale qui donne à l'hectare le plus gros produit brut. Cette dépréciation semble heureusement arrêtée. Si elle devait s'accroître, nous verrions sans doute notre production se restreindre, étant donnée la différence qui existe actuellement entre le prix de revient et le prix de vente.

Pierre Clerget.

Professeur à l'École supérieure de Commerce de Lyon.

§ 6. — Sciences médicales

Transmission des maladies infectieuses par les animaux d'appartement. — Le D^r H.

Letourneur (de la Ferté-Macé) avait publié l'année dernière¹ un excellent travail sur ce sujet. Les D^{rs} Remlinger et Osman-Nouri (de Constantinople) apportent de nouveaux faits². Ils racontent l'histoire d'une famille où la sœur cadette, soigneusement isolée de sa sœur aînée atteinte de scarlatine, fut contaminée par le chat, qui se faisait caresser tour à tour par chacune d'elles. Aussi les auteurs ont-ils fait quelques expériences sur les chats et les chiens, en répandant, à même leurs poils, des cultures pures de différents bacilles; or, ils ont trouvé que le bacille typhique conserve sa virulence pendant seize ou dix-sept jours, le bacille de Löffler pendant quinze à vingt-quatre jours, le bacille pyocyanique environ seize jours, et la bactérie charbonneuse au moins pendant deux mois. Il est donc tout à fait important d'empêcher ces animaux d'approcher des malades et de défendre aux enfants de les caresser.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Le Congrès international pour l'étude des régions polaires. — De très nombreuses expéditions ont été dirigées, comme on sait, depuis quelques

années, vers les régions polaires arctiques et antarctiques. Il y a eu, entre les explorateurs des divers pays, une véritable rivalité de zèle et d'ardeur scientifique; mais, si chaque expédition a, en ce qui la concerne, apporté une part de contribution, souvent des plus considérables, à l'étude scientifique des régions polaires, on pouvait regretter que ces recherches ne fussent pas dirigées d'un commun accord et suivant un plan d'ensemble. Cette unité de direction, à laquelle il était si désirable de voir se soumettre les expéditions polaires scientifiques, est désormais assurée par les décisions prises au Congrès de Bruxelles, en septembre 1906³.

Il est nécessaire de rappeler que le Congrès international pour l'étude des régions polaires a été tenu à Bruxelles en exécution d'une décision prise, le 28 septembre 1903, en réunion plénière, par le Congrès international d'Expansion économique mondiale, réuni à Mons, qui ne semblait pas, par l'objet même indiqué par son titre, devoir s'intéresser à des régions où l'activité économique des peuples est si peu appelée à s'exercer.

Cependant, à la suite d'une réunion de nombreux explorateurs polaires des plus éminents présents au Congrès de Mons, réunion tenue sous la présidence de M. Cyrille van Overbergh, directeur général de l'Enseignement supérieur du royaume de Belgique, M. Lecomte, directeur scientifique à l'Observatoire royal de Belgique, fut autorisé à soumettre au Congrès le projet de création d'une Association internationale pour l'étude des régions polaires, ayant pour but d'obtenir un accord international sur diverses questions discutées de la géographie polaire, de tenter un effort général pour atteindre les pôles terrestres, d'organiser

¹ Thèse de Paris, 1905.

² Hyg. gén. et appl., 1906, p. 183.

³ Il faut rappeler que des essais d'internationalisation des études polaires avaient déjà été faits par la Conférence de Gênes en 1875 et celle de Hambourg en 1879.

des expéditions ayant pour objet d'étendre nos connaissances des régions polaires dans tous les domaines, d'arrêter un programme des travaux scientifiques à exécuter dans les divers pays pendant la durée des expéditions polaires internationales.

Le Congrès de Mons émit en conséquence le vœu : 1° de voir jeter les bases de cette Association en 1906, par la convocation préalable d'une assemblée générale des états-majors scientifiques et maritimes des expéditions polaires principales entreprises jusqu'à ce jour; 2° de voir le Gouvernement belge prendre cette initiative auprès des Gouvernements des autres pays.

C'est pour réaliser ce vœu qu'a été convoqué le Congrès de Bruxelles. Il a tenu sa première réunion le 7 septembre 1906, sous la présidence de M. Beernaert, ministre d'Etat de Belgique. La composition de l'Assemblée dépassait les limites prévues par le Congrès de Mons; on n'avait pas appelé seulement les membres des précédentes expéditions polaires, mais on avait demandé aussi aux Académies et aux Sociétés savantes de tous les pays d'envoyer des représentants; en même temps, de nombreuses adhésions privées accrurent aussi le chiffre des participants. Cette Assemblée était trop nombreuse pour entreprendre de discuter les statuts de l'Association qu'il s'agissait de fonder; une Commission spéciale, composée en majorité des explorateurs polaires présents, fut chargée de ce soin et ses séances furent les véritables assises du Congrès. MM. Charcot et Rabot y présentèrent, au nom du groupe français¹, un projet de statuts d'une Commission polaire internationale, analogues à ceux de la Commission internationale de Glaciologie. Ce fut ce projet qui, dans son ensemble et sauf certaines modifications, fut accepté par la Commission, puis par l'Assemblée générale du Congrès.

Sous le nom de Commission polaire internationale, c'est un organe permanent qui a été créé. Cette Commission a pour objet : 1° d'établir entre les explorateurs polaires des relations scientifiques plus étroites; 2° d'assurer, dans la mesure du possible, la coordination des observations scientifiques des expéditions; 3° de discuter les résultats scientifiques des expéditions; 4° de seconder les entreprises qui ont pour objet l'étude des régions polaires pour autant que celles-ci le demandent, notamment en indiquant les desiderata scientifiques. La Commission s'interdit de diriger ou de patronner une expédition déterminée.

La Commission se compose des représentants de tous les pays dont les nationaux ont dirigé une ou plusieurs expéditions polaires, ou participé scientifiquement à une telle expédition, à raison de deux membres effectifs et de deux membres suppléants par pays. La Commission pourra aussi admettre dans son sein, à la majorité absolue, des représentants de pays ne répondant pas à ces conditions. Les membres effectifs et suppléants sont désignés par les Gouvernements ou les corps savants des pays intéressés, et sont choisis de préférence parmi les explorateurs polaires, en ayant soin que chaque pays soit représenté, autant que possible, par un explorateur arctique et un explorateur antarctique.

Les statuts contiennent ensuite des articles relatifs à la durée des fonctions des membres, au mode de convocation, de réunion et de votation, et enfin une disposition qui est à remarquer; c'est qu'il est strictement

interdit à la Commission de s'occuper d'opérations financières.

En dehors de la question de la création d'une Commission polaire, qui était le but principal du Congrès, plusieurs sections spéciales avaient été constituées, et de leurs délibérations étaient sorties des propositions intéressantes.

En particulier, la Section de Météorologie et de Magnétisme, présidée par M. Angot, a fait adopter par le Congrès les vœux suivants : 1° Que des recherches et des études soient faites pour construire des enregistreurs qui puissent être abandonnés pendant des périodes plus ou moins longues dans des régions inhabitées; 2° Que les expéditions polaires soient munies d'un matériel de cerfs-volants pour l'étude des couches atmosphériques élevées; 3° Que des observations météorologiques se fassent partout, dans les régions polaires, dans le but d'établir des relations avec celles faites concurremment dans les stations fixes; 4° Que l'on installe des stations permanentes dans les pays voisins des pôles, partout où faire se peut, et des stations temporaires, aussi nombreuses que possible, pendant les campagnes d'exploration.

La Section d'Océanographie a donné son adhésion aux projets d'exploration de M. Charles Bénard dans les régions arctiques et de M. Charcot dans les régions antarctiques. Rappelant la proposition de M. Arctowski, demandant que les explorateurs visitent à l'avenir les secteurs non encore connus², M. Charcot a déclaré que, s'il était seul à se diriger vers le pôle austral, c'est dans la région qu'il a déjà explorée qu'il se rendra à nouveau, mais que, reconnaissant à la Belgique la priorité dans ce secteur, il étudierait une autre région si la Belgique préparait une expédition dans celui-ci.

Le projet d'exploration arctique de M. Charles Bénard offre cette particularité intéressante que l'expédition serait composée de deux navires. Arrivés au bord de la banquise, ils pourraient se séparer de 50, 60 ou 80 milles, et tracer ainsi sur le bassin polaire deux lignes de sondages et deux lignes de dragages sous-marins; ils constitueraient ainsi deux observatoires météorologiques et magnétiques glaciaires flottants, reliés entre eux par la télégraphie sans fil³. Le but de l'exploration dont M. Bénard a tracé le programme consiste principalement dans la détermination des limites, des formes et des caractères du bassin polaire, et dans la recherche des lois qui régissent la marche des grands fleuves marins et aériens à travers la calotte polaire, faits desquels dépend, dans une large mesure, la météorologie de l'Europe.

Gustave Regelsperger.

§ 8. — Enseignement

A la sortie de l'Ecole Polytechnique. — Parmi les 122 élèves sortis de l'Ecole Polytechnique, le 8 octobre dernier, pour entrer à l'Ecole d'application de l'Artillerie et du Génie, à Fontainebleau, il y avait déjà, dans les premiers jours de novembre, quarante démissionnaires, soit le tiers.

C'est là un fait qui mérite d'être noté et qu'expliquent de nombreuses raisons dont les principales sont : la lenteur de l'avancement dans l'armée, l'insuffisance de la solde des officiers, et surtout le développement de l'industrie moderne qui attire les polytechniciens.

¹ Le groupe français se composait de MM. Charcot, Rabot, Jouhan, Vélain, délégués du ministre de l'Instruction publique; Bertin, Charles Bénard, délégués de la *Ligue maritime française*; Perez, délégué de la Société d'Océanographie; Gourdon, Turquet, de la Mission antarctique française; Bigourdan, délégué de l'Académie des Sciences; Berget, délégué de l'Institut océanographique international; prince Roland Bonaparte, délégué de la Société de Géographie de Paris; Angot, délégué du Bureau central météorologique de France.

² Voir aussi : HENRYK ARCTOWSKI, *Projet d'une exploration systématique des régions polaires* Bruxelles, Vanderauwera, 1905, in-8°.

³ CHARLES BÉNARD : *Projet d'expédition océanographique double à travers le bassin polaire arctique* Bruxelles, Vanderauwera, 1906, in-8°.

LES PRODUCTIONS DU SOL DE NOS COLONIES

A L'EXPOSITION COLONIALE DE MARSEILLE

L'Exposition de Marseille, accueillie par beaucoup avec un sourire sceptique, ignorée volontairement par les autres, boycottée même quelque peu par la grande presse quotidienne, vient de fermer ses portes, après avoir apporté aux Français le sentiment exact de la situation actuelle de leur domaine colonial.

En effet, cette Exposition, qui semblait, d'après les prémisses, vouée à un échec lamentable, est au contraire un succès sans précédent dans aucun pays, et ce sera la plus belle satisfaction en même temps que la véritable récompense de ses organisateurs.

Tout d'abord, elle justifia pleinement son titre, car elle fut vraiment coloniale et ne s'encombra point de ces attractions burlesques plus ou moins exotiques qui semblaient auparavant le complément forcé de toute exhibition de ce genre. En revanche, son organisation méthodique et l'accumulation énorme des documents de toute nature qu'elle recéla en ont fait une leçon de choses de tous points incomparable.

Nous serions tenté, pour ne pas être taxé d'exagération méridionale, de mettre une sourdine à ce concert d'éloges si, heureusement, les appréciations flatteuses de nos voisins allemands et anglais ne confirmaient pas entièrement notre manière de voir¹.

L'effort considérable accompli, depuis 1900, dans notre empire tropical apparaît tangible aux yeux des esprits les moins prévenus, et les plus sceptiques s'inclineront après la lecture des nombreux documents édités à cette occasion, dont quelques-uns ont déjà vu le jour.

L'impression première qui se dégageait d'une vue d'ensemble des divers pavillons était excellente grâce à la méthode et la clarté qui ont présidé à l'organisation générale; ajoutons que celle-ci n'était pas non plus dépourvue d'une certaine coquetterie.

La photographie y joua un rôle prépondérant, et les reproductions nombreuses, comme les vues stéréoscopiques, ont été particulièrement goûtées

des visiteurs, ainsi que des graphiques ingénieux qui permettaient sans effort de se faire une idée aussi rapide qu'exacte des variations économiques subies par chaque colonie au cours de ces dernières années.

A signaler aussi des plans en relief et des cartes de grande valeur.

Loin de nous la pensée d'essayer de donner ici une étude complète des matériaux exposés; plusieurs numéros de la *Revue* n'y sauraient suffire. Nous voulons seulement jeter un coup d'œil sur les différents groupes coloniaux, en notant avec soin nos observations et en nous limitant strictement aux ressources du sol, c'est-à-dire aux produits végétaux et minéraux.

I. — ALGÉRIE ET TUNISIE.

Les productions de ces deux pays, banlieue véritable de la France, sont trop bien connues pour nous arrêter longtemps. Les deux expositions étaient complètement séparées dans deux palais situés de chaque côté de l'allée centrale de l'Exposition.

L'Algérie avait, en outre, édifié un superbe et intéressant pavillon des forêts, où le liège occupait naturellement la même situation prépondérante que le vin et les céréales (blé et orge surtout) dans le Palais général.

Les autres produits de cueillette intéressants étaient l'olive, le tabac, les plantes odorantes, l'alpha, le crin végétal, le lin, le sorgho, etc.

Les exposants particuliers étaient venus en foule, donnant l'impression exacte d'un concours général agricole algérien; et cela formait une opposition frappante avec les expositions des autres colonies, toutes d'un caractère où dominait presque exclusivement l'influence officielle.

De nombreux minerais étaient également exposés, attestant la richesse du sol de certaines régions (minerais de cuivre, de plomb, de zinc, de fer); à côté d'eux, on pouvait admirer de très beaux marbres, des onyx, etc.

Si nous ne rencontrons pas au pavillon de la Tunisie une telle abondance de vins et de céréales, nous y retrouvons en revanche l'*olivier*, dont la culture a pris si rapidement un essor des plus brillants (10 millions de pieds, donnant environ 245.000 hectol. d'huile), et, bien que cela sorte un peu de notre cadre, nous voulons signaler la belle

¹ Quelques journaux ont reproduit les paroles de Schweinfurt, le célèbre voyageur allemand; plus récemment, dans *Tropenpflanzer*, M. Wohltmann dit: « L'Exposition avait pour but de montrer à quel point sont arrivées les colonies françaises et de présenter un tableau de leur développement économique; ce programme a été brillamment réalisé ». D'autres jugements, que nous avons personnellement recueillis de personnalités étrangères compétentes, et non des moindres, sont identiques.

exposition des pêcheries de thon et celle de la production des éponges.

La section minière était également très intéressante, avec les phosphates naturels, le plâtre, la chaux, les ciments, etc.

Une petite salle dans le pavillon de l'Algérie était réservée au Maroc. Peut-être eût-il mieux valu n'en pas parler; aussi avons-nous hâte de parcourir avec le lecteur nos deux groupes coloniaux de l'Afrique occidentale et de l'Indo-Chine, qui sont moins connus et chez lesquels le problème de mise en valeur est encore dans toute son acuité primitive.

II. — AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE.

Les six colonies qui composent notre domaine ouest-africain, d'une superficie quatre fois supérieure à celle de la France, sont groupées dans un palais principal du plus gracieux effet extérieur. C'est un grand quadrilatère de 80 mètres de longueur sur 36 mètres de profondeur, dont la muraille est crépie en argile rouge et flanquée d'un portique avec auvent saillant. Au-dessus de la porte d'entrée principale s'élève une tour carrée, percée d'une galerie à jour que surmonte une terrasse située à environ 40 mètres du sol. C'est une reproduction de l'architecture soudanaise, rappelant une mosquée de la région du Moyen-Niger. Un court vestibule donne accès à une salle centrale octogonale, qui correspond à la coupole de la tour et qui donne accès à toutes les autres salles d'exposition. Cette très heureuse disposition permettait au visiteur, grâce aux renseignements inscrits sur les murs, de se rendre compte immédiatement de la division politique et de l'importance économique de chacun des six gouvernements réunis sous l'autorité du gouverneur général.

L'exposition des produits pouvait être comprise de deux manières : 1° faire l'étude complète de chaque produit principal (arachide, caoutchouc, palmes, etc.) et grouper ensuite, sans préoccupation régionale, les produits secondaires; 2° montrer, pour chaque colonie, les productions caractéristiques et reléguer le reste au second plan.

Le Commissariat adopta cette deuxième méthode, et il faut l'en féliciter pleinement, car elle répondait véritablement à la conception la plus heureuse. Chaque colonie africaine, en effet, est pour ainsi dire caractérisée par une production naturelle spéciale, qui l'exporte de beaucoup sur les autres et qui constitue la base de son exportation; il était naturel de lui réserver une place d'honneur.

Avant de pénétrer dans chacune des salles, il est nécessaire de dire que la photographie documentaire, ainsi que les graphiques, planches murales

et aquarelles, jouaient partout un rôle des plus importants et rendaient la visite de cette exposition très attrayante : en s'arrêtant devant les vitrines, l'œil était sans cesse attiré par des peintures signées De la Nèzière et représentant quelque scène de la vie économique du pays.

Dans la salle réservée au Gouvernement général, nous apprenons, par une disposition ingénieuse¹, dans quelle proportion rapide se sont élevées, depuis dix années, importations et exportations. Seuls, le caoutchouc et l'arachide ont ici une place réservée, montrant encore par l'image les variations que leur production a subies; rappelons que, pour l'arachide, les fluctuations sont assez sensibles d'année en année, mais, au contraire, que le caoutchouc a produit, en 1904, 21.118.484 francs, en augmentation de 6 millions sur 1900.

Deux vitrines de cette salle renferment des échantillons variés des belles collections de plantes, de bois, recueillis, au cours de ses diverses missions en Afrique, par M. Auguste Chevalier; le visiteur aura d'ailleurs l'occasion bien souvent, en parcourant les diverses salles, de rencontrer d'autres documents de même source, jetant une note scientifique précise sur les origines des matières premières tirées du règne végétal, dont l'utilisation apportera sans doute bientôt de nouvelles ressources aux gouvernements locaux.

§ 1. — Sénégal.

Chacun sait que la fortune du Sénégal réside dans la production de l'arachide, qui atteignit, en 1903, le chiffre de 34.575.000 francs, et dont le chiffre moyen de vente à l'extérieur oscille entre 20 et 25 millions, sur une exportation totale de 28 à 30 millions. Le caoutchouc, récolté surtout en Casamance, donnait également 4 millions en 1904, production doublée depuis 1900.

Conformément à la méthode adoptée, le public pouvait, d'un simple coup d'œil, embrasser tout ce qu'il lui importait de savoir. Sur des gradins étaient disposés tous les divers types commerciaux d'arachide, avec les produits manufacturés, huiles et tourteau, qu'on en retire. Des dessins coloriés reproduisaient le port de la plante avec ses caractères botaniques, et, à l'aide des peintures murales, on assistait aux diverses phases de la culture, de la récolte et de l'embarquement.

À côté de l'arachide et du caoutchouc, le Sénégal produit également des céréales et du manioc, dont la majeure partie sert à l'alimentation des indi-

¹ Le commerce général était schématisé sur un tableau mural. En 1896, par un faucheur qu'une femme indigène porte sur sa tête; il devenait un peu plus tard une lourde charge pour un nègre, puis pour un âne, un bœuf, un chameau, etc.; il atteint en 1904 le chiffre de 130 millions de francs.

gènes. En première ligne vient le sorgho ou mil, avec de nombreuses variétés présentées en branches ou décortiquées et accompagnées de maïs et de riz. Le coton n'a pas encore fourni de rendement industriel; aussi ne trouve-t-on ici que de simples échantillons du jardin d'essai de Richard Toll avec les cotonnades indigènes. Les autres produits sont également d'importance tout à fait secondaire : citons la soie des *Bombax*, les fibres du baobab et un certain nombre de drogues végétales sans détermination scientifique, utilisées dans la médecine indigène.

§ 2. — Haut Sénégal-Niger et Mauritanie.

Dans l'une des deux vastes salles latérales se trouvaient groupés, mais bien distincts pour chacune d'elles, les objets et produits exposés par ces deux colonies.

C'est le caoutchouc de la liane Gohine (*Landolphia Heudelotii*) qui attire l'attention dans la région du Soudan : dans une vitrine centrale, on pouvait en admirer les beaux spécimens, accompagnés de bocaux de latex, d'échantillons de la liane et des coagulants utilisés.

Les végétaux coagulants remplissaient encore une autre vitrine, sous forme d'échantillons d'herbier en bon état.

C'est dans cette région du Haut-Sénégal et du Niger que se concentrent les efforts de l'Administration, aidée de ceux de l'Association cotonnière coloniale, en vue de la culture du coton; aussi n'avait-on pas manqué de placer sous les yeux du public tous les documents instructifs : échantillons nombreux de fibres, graines de cotonnier, huile et tourteau, aquarelles donnant l'apparence de la plante et ses caractères, et un tryptique mural représentant la récolte et le marché du coton, ainsi que la fabrication des cotonnades par un tisserand indigène. Ajoutons que, cette année, un certain nombre de tonnes de coton sont arrivées sur nos marchés et qu'il y a lieu d'espérer voir bientôt la culture prendre un essor considérable.

La production alimentaire agricole principale est le riz; puis viennent le petit mil (*Penicillaria spicata*), le *Voandzou* (*Voandzeia subterranea*), le *Fonio* (*Paspalum longiflorum*), le manioc, les patates et aussi quelque peu l'*Ousouniting* (*Coleus rotundifolius*), tous consommés sur place.

Le *Karité* (*Butyrospermum Parkii*), que nous retrouverons à la Côte d'Ivoire, au Dahomey, fait son apparition. L'abondance des matériaux concernant cette substance laisse deviner l'espoir que pos-

sède notre colonie africaine de la voir devenir bientôt un grand produit d'exportation. Les indigènes de toute la zone soudanienne, où l'arbre est réparti sporadiquement, font de la matière grasse extraite de la graine un usage constant dans l'alimentation. Son point de fusion élevé (37° environ) permet son transport à l'état solide sous forme de pains (dont quelques-uns atteignent 10 kilogs), emballés grossièrement au moyen de tiges et de feuilles. Des essais faits à Marseille, on peut conclure que le beurre de Karité, après traitement approprié, est susceptible de donner une graisse véritablement alimentaire, même pour les palais européens; l'exhibition dont ce produit fut l'objet dans diverses salles n'était donc pas exagérée.

La Mauritanie occupait la seconde moitié de la salle, que nous n'avons pas encore entièrement parcourue. Comme la seule matière première d'exportation du pays est la gomme dite arabique, l'exposition des types commerciaux de gommes était particulièrement soignée, pleine d'intérêt et relevée par les tableaux représentant la récolte, le transport et la vente, accompagnés de dessins colorés des arbustes rabougris qui les produisent.

La gomme sera-t-elle toujours le seul produit végétal important de cette région? Une prochaine exposition pourra seule nous renseigner; disons toutefois qu'on espère y tenter la culture du dattier, des blés drus, de l'olivier même!

Toutefois, heureusement, la magnifique exposition de M. Gruvel, qui remplissait une large vitrine, montrait 50 à 60 espèces de poissons comestibles pêchés dans la baie du Lévrier. Grâce aux méthodes de conservation, espérons que, si le sable du désert est improductif, la zone maritime littorale sera des plus aisées à mettre en valeur, par l'exportation, dans la région, du poisson séché et, en France, des espèces choisies et plus particulièrement des Langoustes.

Signalons encore que, au milieu de la très importante collection ethnographique et archéologique du lieutenant Desplagnes, on trouvait divers minéraux dont l'étude pourrait être intéressante. Rappelons, toutefois, qu'il existe en Mauritanie des gisements de sel exploités largement par les caravanes : ce sont les bassins de Taodeni, au nord de Tombouctou, et de Ildgel, vers l'Adrar.

§ 3. — Guinée.

C'est ici que l'on avait réservé au caoutchouc la place d'honneur : en effet, sur un chiffre de 14 millions environ à l'exportation en 1904, il fallait compter près de 11 millions pour cette denrée. L'incision de la liane, la coagulation du latex, le transport des boules, et les caractères botaniques de la plante

¹ Le fama Mademba, de Sansanding, l'un des noirs les plus intelligents de notre colonie, est venu cette année vendre lui-même sa récolte de coton sur le marché du Havre.

étaient mis, comme pour les autres grands produits, sous les yeux des spectateurs. Ainsi se trouvait complétée la superbe collection de ces boules de caoutchouc, maintenant très appréciées, grâce aux efforts de l'Administration pour en éviter l'adultération par les noirs collecteurs. Le Karité, dont nous avons parlé précédemment, attirait encore l'attention avec ses pains énormes de graisse, et l'on trouvait également quelques échantillons de palmistes et de sésame. Si la production des noix de palmistes et des amandes de palme paraît être l'apanage de la Côte d'Ivoire et surtout du Dahomey, le sésame semble destiné en Guinée à un avenir meilleur, les graines produites étant d'excellente qualité et consommées en quantité considérable sur le marché européen. C'est aussi surtout de cette région que nous vient la Kola (*Cola vera* K. Sch.), et, bien qu'il s'agisse d'un produit secondaire, il ne nous semble pas avoir été représenté d'une manière suffisante.

Le copal est également exporté de la Guinée, mais en faible quantité. En exceptant maintenant quelques matières alimentaires, comme le maïs et le riz, les autres produits végétaux exposés constituent plutôt des matériaux d'études. C'est d'abord une collection de bois réunie par M. Pobéguin¹, dont l'étude est à faire et la valeur commerciale à déterminer, puis une longue série de plantes tinctoriales, tannantes ou médicinales, désignées seulement sous leur nom indigène, et malheureusement non accompagnées d'échantillons botaniques permettant leur spécification exacte.

§ 4. — Côte d'Ivoire et Dahomey.

Les expositions de ces deux colonies, comme celles du Haut-Sénégal et de la Mauritanie, occupaient la même salle latérale symétriquement disposée. Bien que le caoutchouc, extrait ici non seulement de lianes (*L. owariensis*), mais encore du *Funtumia elastica* et aussi de *Ficus*, soit l'article le plus important du commerce extérieur de la Côte d'Ivoire (environ 7 millions), et que les produits du palmier à huile comptent également pour une somme de plus de 3 millions, on avait tenu à montrer que c'est le pays de la production forestière et principalement de l'acajou (*Khaya iworensis* et autres, *Azelia africana*², etc.), dont la valeur annuelle à l'exportation varie de 500.000 francs à un million et plus. Aussi pouvait-on admirer, au centre

de la salle, une maison en réduction au dixième, entièrement construite avec des matériaux de cette essence, ainsi que divers meubles qui complétaient la leçon de choses murale représentant, à côté de dessins botaniques, l'abatage, l'équarrissage et le transport des arbres.

En dehors de la Kola, comme produit de cueillette et de culture, citons une belle collection de fruits : oranges, goyaves, papayes, barbadines, nêlles du Japon, corossols, etc., et aussi divers échantillons de café (café de Libéria et de Rio-Nunez), de cacao, de même que de nombreux types de tubercules alimentaires, comme les ignames variées, le manioc, les taros (*Colocasia*).

Une cinquantaine d'espèces de bois d'ébénisterie et de charpente, non déterminés botaniquement, attestaient de quelle importance sera cette exploitation de la grande forêt tropicale le jour où le rail pénétrera suffisamment dans l'intérieur.

Quant au Dahomey, son exposition résidait surtout dans la monographie du palmier à huile (*Elais guineensis*), dont les produits (palmistes et huile de palme) fournissent à la vente une somme qui atteint annuellement près de 4 millions. Les toiles murales de De la Nèzière nous indiquaient le mode de récolte des fruits et comment les noirs préparent l'huile et la transportent ensuite jusqu'à la côte. Une importante maison de Marseille, grosse consommatrice de palmistes et d'huile de palme, vient de faire construire une presse très simple et extrêmement robuste, qu'elle espère pouvoir mettre entre les mains des indigènes; aussi ces derniers, instruits par nous³, fabriqueront-ils vraisemblablement sous peu et avec facilité une quantité beaucoup plus considérable d'huile, dont la vente est toujours assurée.

Le Karité est aussi très bien représenté et n'attend, ici comme ailleurs, que la possibilité d'arriver au port d'embarquement à un prix abordable pour la consommation européenne.

Parmi les autres produits prenaient place le riz, le sorgho, le gros mil rouge et blanc, le petit mil, 5 ou 6 variétés de haricots indigènes, les arachides, le ricin, etc., puis divers fruits et tubercules alimentaires, parmi lesquels les ignames, le manioc, l'ousounifing, les patates.

On ne saurait passer sous silence le maïs, à peine connu il y a trois ans, et dont la production serait actuellement en voie de développement considérable, surtout par suite d'échanges avec le Lagos. Rappelons également que le Dahomey exporte aussi une grande quantité de poisson fumé vers les colonies voisines.

¹ A l'occasion de l'Exposition, M. Pobéguin vient de publier un livre très utile intitulé : *Essai sur la flore de la Guinée*, qui renferme une grande quantité de documents intéressants.

² Sous le nom d'acajou, il vient en France un assez grand nombre d'essences différentes, les industriels ne voulant connaître que les bois portant cette dénomination. Il serait bon pourtant de faire cesser cette confusion, car les bois expédiés sont parfois de qualité extrêmement variable et, par conséquent, d'utilisation très différente.

³ Il est juste de signaler ici les efforts d'un de nos compatriotes, M. Poisson, qui se consacre depuis de nombreuses années à la mise en valeur de notre colonie du Dahomey.

Signalons enfin la présence de quelques échantillons de coton, dont l'examen permet de conclure, comme pour le Haut-Sénégal, que la culture raisonnée et productive n'attendra sans doute plus qu'un petit nombre d'années.

§ 3. — Expositions spéciales.

Notre visite à travers les différentes salles de l'Afrique occidentale est à peu près terminée, et la constatation est faite d'un effort considérable. Toute cette exposition est caractérisée par la méthode qui a présidé à son installation et par son caractère officiel; toutefois, il nous reste à parler de quelques collections d'un ordre particulier, comme celle du chemin de fer de Kayes au Niger, qui offrait à la vue du visiteur : 1° une série de bois également désignés sous leurs seuls noms indigènes, mais néanmoins accompagnés de quelques renseignements sur leurs qualités physiques et leur utilisation possible; 2° une belle collection de 40 à 50 échantillons des divers types de caoutchouc du Sénégal. Le Jardin colonial de Nogent avait contribué seulement par quelques maigres envois de plantes économiques, à l'exposition des matières premières.

Deux organismes indépendants avaient également affirmé leur vitalité: l'Association cotonnière coloniale et la Compagnie française de l'Afrique occidentale. Des efforts de la première, nous avons déjà parlé; aussi son exposition présentait-elle le plus haut intérêt. Chacun pouvait se rendre compte que la réalisation de nos vœux est en bonnes mains, par l'examen de la riche collection des cotons africains français qu'elle avait groupée.

Quant à la puissante Compagnie de l'Afrique occidentale, son exposition des produits marchands était remarquable en tous points. Rappelons que, fondée en 1887, elle fit, dès la première année, un trafic de 7 millions, qui en 1904 s'éleva à 29.500.000 francs.

Telle était l'exposition de l'Afrique occidentale, sur laquelle il reste, à d'autres points de vue encore, beaucoup de choses à dire, car nous n'avons parlé ni des peaux, ni des plumes, ni des oiseaux, etc. Nous nous ferions, cependant, un reproche de ne pas citer les panneaux décoratifs de L. Abbéma, où le peintre de fleurs nous a fait revivre la flore chaude et colorée des régions tropicales, et qui ajoutaient encore à l'heureux effet de cette exposition, d'un arrangement plein de goût jusque dans les moindres détails. Tout en adressant au Commissariat général ces compliments mérités, nous émettrons le regret qu'au cours de l'Exposition il n'y ait eu à la disposition du public aucune personnalité technique de la colonie susceptible de renseigner les visiteurs sur les matières premières offertes à leurs

yeux : c'est la seule critique juste que nous ayons entendu faire et à laquelle nous nous associons pleinement.

III. — Congo.

Notre colonie du Congo avait son pavillon spécial, non loin des dépendances de l'Afrique occidentale; il représentait une maison d'habitation pour Européens, qui doit être, après l'exposition, édiée de nouveau à Brazzaville pour les services administratifs. Cette maison abritait un certain nombre de produits de toute nature, mais l'ensemble laissait, dans l'esprit du visiteur, une impression bien différente de celle qu'on ressentait dans les salles que nous venons de décrire. Pourtant les efforts individuels, comme ceux de M. Baudon ou de quelques-unes des sociétés concessionnaires, méritent d'être signalés.

On sait que de récents décrets ont divisé administrativement le Congo français en quatre zones distinctes : le Gabon, le Moyen-Congo, l'Oubanghi-Chari et le Territoire militaire du Tchad; mais rien ne pouvait encore faire pressentir les différences de production de chacune de ces provinces, leur déclaration d'autonomie étant encore trop proche et leur inventaire économique à peine commencé. Quoi qu'il en soit, on constate de sérieux efforts en vue de faire sortir notre belle colonie équatoriale africaine de sa situation d'apparence bien précaire. Rappelons, cependant, que, en 1904, le commerce total s'est élevé à 21 millions, dont plus de 12 millions pour l'exportation. La question du transport revêt peut-être là, plus que partout ailleurs, une acuité particulière, et, si de longues années doivent se passer encore avant la solution du problème de mise en valeur des régions éloignées Oubanghi-Chari et Tchad, les Gouvernements du Gabon et du Moyen-Congo procureront certainement bientôt des ressources suffisantes pour l'établissement d'un chemin de fer économique.

L'ivoire (187 tonnes) et le caoutchouc (1.250 tonnes) restent encore les principales productions; mais les cultures du café (17.349 kilogs exportés en 1904) et surtout celles du cacao laissent concevoir les plus belles espérances. La progression dans la production du cacao et la faveur dont jouit cette denrée congolaise sur le marché européen sont des plus encourageantes. On pouvait en voir dans le pavillon quelques trop rares échantillons.

Enfin, des renseignements qui nous ont été fournis, il résulte que le Gabon et le Moyen-Congo possèdent des gisements importants en minerais de cuivre, de zinc, de plomb; il est heureusement encourageant d'escompter le rendement minier, si toutefois ne se renouvellent pas les procédés encore

trop en usage dans le monde financier, qui retardent quelques exploitations sérieuses en jetant le discrédit sur l'ensemble.

IV. — MADAGASCAR ET ILES VOISINES.

La caractéristique de cette Exposition, condensée à l'extrême dans un seul pavillon, est l'abondance des photographies documentaires, des cartes, des graphiques, etc. La grave faute commise fut, nous semble-t-il, le souci des organisateurs de vouloir faire ressortir les centaines de collaborateurs auxquels on devait les produits nombreux et souvent intéressants, qui, exposés sans groupement ni méthode suffisante, donnaient au pavillon l'aspect d'un immense bazar.

Cela est évidemment très regrettable, car, avec un peu de patience, on finissait par découvrir des quantités de matériaux extrêmement intéressants. L'exposition était pour ainsi dire, comme en Afrique occidentale, presque totalement officielle; mais, chaque district ayant tenu à être signalé, il en résultait le chaos apparent dont nous venons de parler. Toutefois, nous pouvons citer les vitrines de quelques Compagnies : Compagnie lyonnaise et Compagnie marseillaise de Madagascar, Compagnie française de commerce et de navigation, les Établissements Gratry et aussi divers particuliers, comme MM. Perrier de la Bathie, Heerscher et d'autres assez nombreux, particulièrement pour les céréales.

Parmi les produits dominants, il faut mettre en première ligne le caoutchouc, avec ses types les plus divers suivant ses origines botaniques ou les méthodes de coagulation, la gomme copal et les textiles qui jouent un rôle important dans le commerce malgache : c'est ainsi que le *raphia* représente plus de 3.000 tonnes à l'exportation, soit environ deux millions de francs.

Récemment, et sous l'impulsion du Jardin colonial de Nogent, l'industrie du chapeau de paille a pris dans ce pays un développement qui mérite d'être encouragé. Bon nombre de chapeaux, imitation de Manille ou de Panama, sont, en effet, fabriqués avec des pailles de Madagascar, et, quand ce commerce ne sera plus aux mains de quelques industriels privilégiés, nul doute que la consommation ne s'accroisse dans une énorme proportion.

Une magnifique collection de bois, accompagnée d'échantillons botaniques et, par conséquent, tout à fait remarquable à tous points de vue, est à signaler; leur étude et leur détermination sera des plus aisées, et il est urgent qu'elles soient entreprises au plus tôt. De même qu'au pavillon forestier indochinois, on paraît avoir ici compris l'importance de la détermination scientifique des espèces.

Les produits alimentaires de la colonie sont bien

connus. C'est d'abord le riz, dont on pouvait admirer de copieux et remarquables échantillons variés. Or, on sait que Madagascar exportait jadis cette denrée et qu'elle est aujourd'hui tributaire de l'Indo-Chine, grâce, dit-on, surtout à un régime douanier mal compris.

L'orge, le maïs, le sorgho, l'avoine noire cultivée à 1.500 mètres) étaient largement représentés à côté des haricots variés, parmi lesquels le pois du Cap (*Phaseolus lunatus*, cette espèce à acide cyanhydrique, alimentaire dans ce pays, à cause de sa teneur extrêmement faible en principe toxique. Les racines tuberculeuses de manioc et surtout des variétés ou races nombreuses de *Taros* (*Colocasia Xanthosoma*), par leur présence répétée dans chaque groupe local, attestaient de quelle ressource courante elles sont pour l'alimentation. La vanille, puis l'arachide, le ricin, le café, le cacao, témoignent également des essais tentés dans différentes régions.

Des quelques minerais accompagnés de vagues renseignements mis à la disposition du public, il serait encore bien imprudent de parler, et nous préférons terminer en élargissant un peu notre cadre, et signalant les brillants résultats de la sériciculture, dont le développement méthodique nous avait déjà antérieurement frappé au Concours général agricole de 1906; il y a vraiment lieu d'espérer que cette industrie sera bientôt l'une des plus florissantes de la colonie.

V. — INDO-CHINE.

Cette exposition occupait 30.000 mètres carrés et constituait une très originale petite ville, dont il est difficile de donner une idée réelle d'ensemble. C'est d'abord le Pavillon central, où les services généraux ont entassé pour ainsi dire une masse de documents véritablement étonnante. Par exemple, une magnifique carte du Delta du Mékong¹ se montre à nos yeux dès l'entrée, ce qui a fait dire avec juste raison au Directeur général, M. Ch. Roux, combien il serait désirable qu'il en existât une semblable du Delta du Rhône. Mais nous reviendrons bientôt dans ce palais, qui sera, en ce qui concerne notre point de vue spécial, de beaucoup le plus important.

À ce pavillon central, on abouissait par trois ponts de style cambodgien et annamite, jetés sur un

¹ Cette carte économique est due à M. Brenier, le distingué sous-directeur de l'Agriculture en Indo-Chine, à qui revient la plus large part dans l'organisation de l'exposition générale des produits.

M. Brenier, avec ses deux collaborateurs, MM. Grévoist et Hallner, se tint constamment à la disposition des visiteurs pendant toute la durée de l'Exposition, et cela fut particulièrement apprécié.

petit arroyo, et d'un autre côté on avait accès à la ville indo-chinoise par la porte de l'Annam (imitation de la porte de la citadelle de Hué), d'où partait une allée d'éléphants de pierre.

Chaque colonie du groupe avait, en outre, une exposition autonome, et chaque pavillon reproduisait un monument ou un fragment de monument caractéristique du pays. La Cochinchine était abritée dans une belle pagode aux toits recourbés, surmontés de dragons ailés; le pavillon du Cambodge représentait une partie du célèbre « bayon » d'Angkor-Thom; celui de l'Annam, la pagode de Confucius, à Hué; celui du Tonkin était la reconstitution de la pagode de la vieille ville royale de Ki-lua. Enfin, le pavillon du Laos était la reconstitution d'un monument ancien qui sert de bibliothèque à la pagode de Si-Sa-Kêt à Vien-Tiane. Une rue de Hanoï, où travaillaient de vrais artisans, formait un des coins les plus pittoresques de cette exposition indo-chinoise, que complétaient diverses attractions, telles que le diorama et le théâtre, où l'on put admirer des danseuses cambodgiennes. L'abondance et la diversité des produits du sol, manufacturés ou bruts, étaient telles que les organisateurs furent évidemment très embarrassés pour en établir une classification suffisamment claire et qui fût aisément compréhensible. La disposition que nous venons de décrire aurait sans doute permis, semble-t-il, d'adopter une méthode identique à celle que nous avons louée comme elle le mérite et qui avait donné de si bons résultats en Afrique Occidentale; malheureusement, les délimitations des zones de production n'ont, en Indo-Chine, rien de comparable, et la diversité dans la nature des matériaux exposés entraîna l'adoption d'une méthode toute différente.

Tout en cherchant à respecter l'idée géographique, on groupa en hémicycle, dans l'immense salle d'arrière des bâtiments des services généraux, toutes les matières premières, et ce fut pour ainsi dire un inventaire officiel des ressources de la colonie, qui fait le plus grand honneur à la Direction de l'Agriculture qui en fut l'inspiratrice et l'organisatrice. La classification suivie fut celle du catalogue général de l'Exposition, un peu simplifiée cependant; mais ce groupement par affinités économiques permettait facilement au visiteur, même pressé, de se faire une idée de la nature des matériaux qui pourraient être exploités dans ces belles contrées, où notre pénétration pacifique s'affirme chaque jour davantage.

La production forestière joue également un rôle considérable en Indo-Chine; aussi il lui était réservé, comme pour l'Algérie, un pavillon spécial renfermant une remarquable exposition sur laquelle nous aurons à revenir.

Ajoutons enfin, pour terminer cet exposé général, que, si trop fréquemment, dans des exhibitions analogues, on se contente de mettre un nom sur une étiquette, partout ici, les étiquettes, conçues sur un plan identique, portaient, *autant que possible*, à côté des noms indigènes et scientifiques de la drogue, le lieu de provenance, l'époque de récolte et de vente, l'unité de vente et son prix, l'emploi et l'importance de la production. Plus de 5.800 produits furent ainsi étiquetés, et beaucoup d'entre eux, mal connus, sont évidemment dès maintenant l'objet de l'attention des industriels, des commerçants ou des laboratoires compétents.

Jetons un coup d'œil sur la plupart d'entre eux en nous conformant à la classification générale adoptée; les produits miniers, isolés dans une salle spéciale, seront examinés plus tard¹.

§ 1. — Denrées alimentaires.

A tout seigneur tout honneur; commençons par le riz, dont l'importance est accusée par des tableaux, des statistiques, des dessins et par la place qu'occupent les échantillons. Si les rizières du Tonkin (900.000 hectares) semblent ne plus pouvoir s'étendre beaucoup, il n'en est pas de même en Cochinchine (1.200.000 hectares), où la surface productrice pourrait aisément doubler, ce qui sera nécessaire si notre vieille colonie ne veut pas se laisser enlever par le Siam son second rang parmi les pays exportateurs, la Birmanie restant toujours à la tête.

Ici se pose un redoutable problème: quel est donc le botaniste, doublé d'un économiste et animé d'une clairvoyance scientifique peu commune, qui voudra entreprendre la redoutable classification des variétés de riz. Dans la Maison de riz de la Cochinchine édictée à l'Exposition de Marseille, on peut en voir un nombre déjà considérable, et les indigènes en distinguent le chiffre colossal de 350. Un semblable travail n'aurait d'égal que celui qui fut mené à bonne fin, au siècle dernier, par MM. de Vilmorin pour le blé, et, si la Direction de l'Agriculture, intimement unie aux services locaux, arrivait à débrouiller une question aussi complexe, ce serait son plus beau titre de gloire et son œuvre lui vaudrait les sentiments de reconnaissance du pays tout entier. Nous savons qu'elle ne s'en désintéresse pas.

Avant de quitter le riz et ses nombreuses variétés, signalons un type spécial aux terrains très inondés

¹ A l'heure où nous écrivons ces lignes, le Commissariat général de l'Indo-Chine a déjà publié un fascicule de 214 p. in-8 des plus intéressants, intitulé: *L'Indo-Chine à l'Exposition de Marseille*, dont nous recommandons la lecture. C'est un document nécessaire dans la bibliothèque de tout Français instruit.

des bords du Mékong, et qui présente le curieux phénomène d'adaptation suivant : *sa tige s'allonge au fur et à mesure de la montée des eaux* ; l'on pouvait voir, à l'entrée de l'hémicycle de l'Exposition indo-chinoise, deux grandes gerbes de ce riz, dont l'une dépassait cinq mètres. C'est le *riz du grand fleuve*, en annamite : *Lua-sông-lou*. Il en existe une espèce analogue, nous a-t-on dit, sur les bords du Sénégal !

Les farines, amidons, pâtes et vermicelles de riz, de même que l'alcool de riz, accompagnaient cette remarquable exposition, à côté de laquelle on trouvait d'autres céréales ou légumineuses de bien moindre importance, comme le maïs, les haricots ou doliques (15 variétés) et le *Soja hispida*, qui sert à faire une sorte de *fromage de haricots* très apprécié des Annamites¹.

Les tubercules, racines ou rhizomes alimentaires sont assez nombreux : parmi eux, la patate joue le principal rôle ; viennent ensuite les ignames et les taros. Le manioc et l'arrow-root sont des articles d'exportation, ne donnant pas lieu à de grandes cultures.

Les légumes et fruits de consommation locale étaient également exposés. Citons : les *pousses de bambou* (qu'on espère cependant exporter en guise d'asperges), les ananas, les bananes, les litchis secs ou en conserve, les pommes d'acajou, les fruits de carambolier, les corossols, les mangues, le mangoustan, la papaye, etc.

Rappelons aussi que les champignons sont très estimés au Tonkin ; nous avons vu quelques-unes de ces espèces locales séchées pour la consommation, comme on le fait dans certaines régions de la France et en Russie, par exemple.

§ 2. — Epices et condiments.

La place prépondérante qui revient au riz au milieu des denrées alimentaires appartient ici sans conteste au poivre. De quelques centaines de tonnes il y a vingt ans à peine, son exportation s'est élevée à 5.300 tonnes en 1904 ; un graphique faisait d'ailleurs immédiatement saisir au visiteur l'importance de ce mouvement économique.

Vient ensuite la cannelle, dont la sorte d'Annam est à peu près inconnue sur nos marchés², tandis qu'au contraire elle constitue un gros débouché vers la Chine, où elle est très estimée. De même, ce pays absorbe la petite quantité de cardamome, de gingembre, de muscade sauvage qu'on y récolte,

mais la production pourrait être sensiblement étendue si la demande était plus considérable.

Au voisinage des denrées alimentaires, il faut ranger le thé et le café, et nous avons la satisfaction de voir enfin ces cultures en très bonne voie.

Après l'énorme tapage fait à l'Exposition de 1900 autour des thés de Ceylan³, après les réclames variées et les efforts considérables dont nous sommes les témoins pour imposer en France ces thés de fabrication anglaise, il était nécessaire que l'Indo-Chine devint à son tour, non seulement son propre fournisseur, mais encore celui de la Métropole.

Après bien des tâtonnements, il semble que l'élan définitif soit donné ; malgré une importation de Chine de 1.200 à 1.500 tonnes dans notre colonie, les provinces de l'Annam et du Tonkin, qui ont exposé d'excellents produits et qui avaient installé un pavillon de dégustation qui fut constamment très achalandé, exportent plus de 300 tonnes.

Ces thés se rapprochent beaucoup de ceux de Chine ; nous croyons pouvoir le constater avec plaisir et souhaiter à nos planteurs de fournir bientôt des sortes égalant les beaux Pekoe chinois ; à ce moment, le marché français lui appartiendra, mais il leur faut pour cela continuer à rester groupés, pour lutter contre leur terrible concurrente qui a sur eux l'avantage d'un marché déjà acquis.

À côté du thé, le café semble également devoir prendre sous peu une place importante, car les échantillons exposés nous ont paru d'excellente qualité. C'est le Tonkin qui est le principal exportateur : de quelques kilogrammes en 1900, il atteint, en 1904, 140.000 kilos ; on y cultive le *C. arabica*, tandis que, au contraire, au Cambodge, c'est le *C. liberica*. Cette dernière sorte pénètre difficilement en France, où l'on consomme surtout du café Santos brésilien, souvent de qualité moindre ; nos grandes maisons de commerce pourraient seules amener le public à changer sa préférence, et cela pour le plus grand bien de leur pays.

Le cacao et la vanille n'existent pour ainsi dire pas en Indo-Chine, et la culture de la canne à sucre est encore insignifiante.

§ 3. — Textiles.

L'exposition de plantes filamenteuses et textiles offrait un réel intérêt. C'est d'abord le *coton*, principalement cultivé au Cambodge, sur les berges du Mékong, dont de grandes étendues restent disponibles jusqu'au Laos. On en cultive de même dans

¹ A. Blocq : Fabrication et composition du Tonkin. *Bull. Sc. Pharm.*, 1906, t. XII, n° 83, p. 438.

² Par routine commerciale, sans doute, car elle est extrêmement aromatique et, lancée par une de nos grosses maisons, il est vraisemblable qu'elle remplacerait rapidement la cannelle de Chine et peut-être celle de Ceylan.

³ À ce propos, nous avons eu l'honneur d'avoir jamais pu nous expliquer pourquoi, dans une Exposition coloniale française, on avait permis l'installation d'un kiosque de dégustation des thés de Ceylan. Était-ce un des heureux effets de l'entente cordiale ?

le Nord-Annam, dans la province de Thanh-Hoa. Les produits exposés sont de très bonne qualité, préférables, dit-on, aux sortes de l'Inde, qui en importe cependant encore au Tonkin pour plus de 3 millions de francs. On s'explique assez difficilement la lenteur du développement de cette culture; toutefois, la Direction de l'Agriculture s'en occupe activement et c'est encore un espoir pour le rendement économique futur de notre colonie.

En dehors de la *ramie* et du *jute*, sur lesquels des études sérieuses sont faites et qui occupaient une bonne place avec de nombreux types, l'Exposition de l'Indo-Chine nous montrait une série très nombreuse de plantes filamenteuses dont l'étude est à faire et qui, peut-être un jour, après essai, joueront un rôle important dans l'exportation de la colonie; tels sont : l'*Abroma*, le chanvre, les *Crotolaria*, différentes *Malvacées* appartenant aux genres *Hibiscus*, *Sida*, *Abutylon*, des *Sauviesera*, etc. Notons que les agaves et les bananiers sont abondants et se prêteraient sans doute à une exploitation réglée.

Des cultures récentes sont tentées qui concernent le chanvre de Manille (*Abaca*). Laissons de côté le coir ou fibre de la noix de coco, qui ne s'exporte pas encore, pour signaler un *chiendent* concurrent le *Zucaton* du Mexique et qui croît spontanément sur les plages sablonneuses du Centre-Annam, puis le *Kapok*, le *Kimmao* ou *Barometz*, le premier, principalement, dont nous avons vu de beaux échantillons, tous pouvant avoir un certain avenir commercial.

Bien que beaucoup de ces produits soient encore plus ou moins ignorés et sans grand usage, l'Administration a cru devoir attirer par leur exposition l'attention des industriels, et c'est dans ce but aussi que nous avons pu examiner diverses plantes utilisables pour la fabrication du papier plusieurs espèces de *Daphne*, la paille de riz, le mûrier à papier, l'herbe à paillette, etc. Dans ce même groupement, on trouvait encore les matières premières pour la vannerie et la sparterie : c'étaient d'abord des *jones*, servant à la fabrication de ces nattes dont le Tonkin exporte plus de 3.000 tonnes sur Hong-Kong et qui nous reviennent sous le nom de *nattes de Chine*, puis les innombrables *rotins* (plus de trente à quarante espèces; exportation, 2.000 tonnes par Hong-Kong, dont seulement 7.000 kilogs en France); les Palmiers pour chapeaux : rôniers, lataniers, etc.

§ 4. — Matières grasses.

Parmi les produits principaux exposés, citons le *coprah* ou amande de la noix de coco, dont la consommation va sans cesse grandissant, et, par conséquent, devant faire l'objet de cultures impor-

tantes; puis le ricin, les arachides, les graines de *Kapok*, de *canévia* à huile et d'autres produits mal connus nécessitant une étude sérieuse préliminaire. Les huiles retirées des fruits d'abassin (*Aleurites cordata*) ou du banquier (*Aleurites moluccana*) sont extrêmement siccatives et méritent de voir en France leur utilisation atteindre le développement qu'elle a acquis en Allemagne, car leur exportation sur Hambourg, Londres, New-York, sous le nom de *Wood oil of China*, est loin d'être négligeable¹.

Enfin, il existe encore des produits très variés, connus sous le nom de *suijs végétaux*, dont l'étude est à poursuivre et parmi lesquels, seul, le *Stillingia sebifera* présente actuellement quelque intérêt, par suite de son exportation en Chine pour la fabrication des bougies.

§ 5. — Résines. Gommés-résines, Matières tannantes et tinctoriales.

Dans cette classe, on avait rassemblé une quantité énorme de matériaux, dont la plupart mal connus, il est vrai, mais en quantités assez importantes pour fournir les éléments d'une étude sérieuse, botanique et chimique.

C'est la première fois que, dans des Expositions de ce genre, il ait été envoyé des matériaux abondants, bien classés, qu'il est absolument nécessaire, d'ailleurs, de soumettre à des laboratoires techniques, scientifiques ou industriels, qui diront peut-être à quels usages on pourra les destiner.

Parmi les produits qui ont le plus attiré notre attention, je signalerai la belle collection commerciale du benjoin, dit benjoin de Siam, venant du Laos, la gomme-laque ou stick-lac (produit des piqures du *Carteria lacca*, insecte hémiptère vivant sur les branches de divers arbres, particulièrement du *Cajanus indicus*), la gomme-gutte, la laque (latex préparé, fournissant cet enduit brillant appelé *laque de Chine*), la noix d'Arec, les myrobolans, les galls dites « galls de Chine », l'indigo, le carthame, la cannelle, ainsi que de nombreuses résines et oléo-résines, telles que les damars et les copals.

§ 6. — Caoutchouc.

On sait que les caoutchoucs indo-chinois proviennent de lianes de la famille des Apocynées, qui appartiennent surtout aux genres *Ecdysanthera* (Annam et Laos), *Parmeria* (Cochinchine, Cambodge), *Xylinabaria* (Tonkin), et qu'ils sont, surtout les derniers, d'excellente qualité. Produits et

¹ L'huile d'abassin importée en France et, croyons-nous, exportée à nouveau en Angleterre pour nous revenir sous forme d'huile siccative en France. Il serait à souhaiter qu'un industriel trouvât le moyen, et ce doit être une chose des plus aisées, de faire cette transformation dans notre pays.

arbres producteurs étaient représentés par de nombreux spécimens, de même que la gutta du *Dichopsis*, matière guttoïde utilisable en mélange avec la véritable gutta ; on sait que celle-ci n'existe pas en Indo-Chine et que les essais de culture ont été jusqu'alors insuffisants ou infructueux.

L'Administration se préoccupe, avec juste raison, pour remédier au dépeuplement des lianes caoutchoutières, de plantations d'*Hevea* et de *Ficus*. Souhaitons que ces essais soient rapidement couronnés de succès et étendus de suite à de vastes régions avant que les productions de Ceylan et des îles Malaises n'apparaissent sur le marché européen, car on affirme, en effet, qu'il existe depuis quelques années dans ces îles un nombre énorme déjà d'individus dont la croissance est en bonne voie.

§ 7. — Plantes toxiques ou médicinales.

On ne connaissait jusqu'alors la matière médicamenteuse annamite que par de petits fragments de drogues rapportés de-ci de-là par quelques médecins ou pharmaciens de l'armée ou des colonies. Il semblait intéressant de pénétrer un peu plus profondément dans l'étude des drogues médicinales de l'Indo-Chine, qui a subi l'influence de la vieille médecine chinoise et peut-être, dans le sud, de la médecine malaise¹.

Nous avons échangé à ce sujet, depuis quelques années, diverses lettres avec la Direction de l'Agriculture, et MM. Haefner et Crevost ont réuni et exposé, à notre grande satisfaction, une collection de 5 à 600 échantillons (la plupart en quantité suffisante pour être étudiés méthodiquement) de produits animaux, minéraux et végétaux, qui sont la base de la médication indigène.

Cette abondance de matériaux n'a rien qui doive surprendre, quand on saura que les pharmacopées de l'Inde et la Chine sont les plus riches sous ce rapport et que les formules médicamenteuses les plus simples renferment souvent un nombre élevé de substances différentes.

Dans ce même bâtiment central, on trouvait l'exposition du tabac, ce qui malheureusement est loin de signifier que la culture en soit importante. Au contraire, malgré des expériences probantes faites en 1897, les essais furent abandonnés trop tôt ; l'Administration est convaincue de la réussite de nouvelles entreprises, qui pourraient donner d'excellents résultats financiers, car la Métropole importe chaque année pour 25 à 35 millions de francs de tabac et ne doit point décourager comme elle l'a fait, par routine sans doute, ces efforts intéressants.

L'opium, grosse source de revenus pour le gouvernement, avait aussi sa place réservée à côté de plantes renfermant des principes stupéfiants pour le poisson et dont l'étude chimique et physiologique est à faire pour la plupart (*Cerbera Odollam*, diverses Légumineuses ou lianes indéterminées). Les plantes qui entrent dans la composition de différents poisons des flèches, comme l'*Upas antiar* (*Antiaris toxicaria*), diverses Strychnées, etc., s'y trouvaient également, et cette exposition spéciale est des plus remarquables, en ne la considérant que comme document scientifique.

§ 8. — Plantes à essence.

Très abondantes également en Indo-Chine, elles étaient souvent représentées en quantité suffisante pour permettre une étude préliminaire de celles qui ne sont pas encore actuellement connues. Citons : la badiane (*Illicium verum*), qui s'exporte surtout sous forme d'essence (30 à 50.000 kilogs), la citronnelle (*Andropogon Nardus*), le *Lemon Grass* (*And. citratus*), la première cultivée au Tonkin dans la région de Lang-Son, les autres spontanées ou faisant à peine l'objet de quelques petites cultures, ce qui étonne vraiment si l'on sait que leur exportation et leur culture sont considérables à Ceylan.

Longue serait la liste des autres plantes à parfum : l'*Alpinia galanga*, l'ylang-ylang, la camphrée, le frangipani, le champac, le sambac, le *Litsa citriodora*, etc.

§ 9. — Produits forestiers.

Comme l'Algérie, l'Indo-Chine avait, nous l'avons déjà dit, un pavillon forestier, et l'on conçoit aisément la satisfaction intime de l'Administration d'avoir pu réunir un si grand nombre de matériaux, ce qui fait songer que le Service forestier est organisé à peine depuis cinq années. Citons à ce sujet intégralement le passage de la notice du Commissariat général :

« 650 types de bois, des cinq pays de l'Union indo-chinoise, y figurent sous la forme de véritables troncs ou billes. 160 de ces billes ont été choisies par M. Boude (inspecteur-adjoint de 1^{re} classe des Eaux et Forêts), soit parmi les bois précieux, soit parmi les plus généralement employés pour être présentés comme échantillons.

« Chaque échantillon est de forme régulière et taillé en sifflet, ce qui permet de voir le bois sous tous ses aspects.

« Au-dessus de la bille est la graine, renfermée dans une boîte vitrée. A côté, une étiquette ou fiche donne les noms indigène, français, scientifique, ainsi que tous les renseignements que l'on a pu obtenir.

« Toujours au-dessus, un échantillon botanique

¹ Voir à ce sujet EM. PERROT et HEBERER : La médecine sino-annamite, in *Bull. Therap.*, 1906.

sur bristol et sous verre nous montre la feuille et la fleur.

« Enfin, le fruit, conservé dans du formol, occupe dans des bocaux une pyramide située au centre du pavillon ».

Voilà de quoi faire une étude d'ensemble de toute première valeur, et déterminer avec précision la nature botanique de tous les bois encore mal connus.

On ne saurait trop louer la méthode scientifique rigoureuse qui a présidé à la réunion des matériaux pour cette très remarquable Exposition.

Les bois exploités sont : les Dau, arbres de la famille des Diptérocarpées (90.000 stères en 1904), le Bang-Lang (*Lagerstrœmia* sp.?), le Sao (*Hopea* sp.?), le Ven-Ven (*Anisoptera*?), le Cachac (*Shorea* sp.?), le Srâl ou pois du Cambodge, etc.

Ajoutons que des photographies nombreuses donnaient au visiteur une idée des splendeurs de la forêt tropicale. Ici encore, et comme dans la plupart des autres pavillons, on rencontrait un assez grand nombre d'exposants particuliers, complétant d'une manière heureuse les efforts de l'Administration.

Une maison cochinchinoise avait été édifiée par les notables de la province de Thu-Dau-Mot, et ce chef-d'œuvre, fait avec les bois précieux de la province, sera, paraît-il, transporté au Jardin colonial de Nogent-sur-Marne avec bon nombre de curiosités de l'Exposition de Marseille, et accessible bientôt au public parisien, qui pourra l'y admirer.

§ 10. — Mines.

Le Service officiel des Mines et les exposants, Sociétés ou particuliers, avaient groupé leur envoi de la façon la plus heureuse, dans la première salle de droite du grand palais de l'Indo-Chine. Deux pyramides construites, l'une avec les divers charbons et lignites de l'Annam et du Tonkin, l'autre à l'aide des minerais de Bory-Mieu (Annam), attiraient d'abord l'attention. Des photographies, des plans, des cartes complétaient d'une manière heureuse les renseignements fournis par des brochures mises à la disposition du public. Citons spécialement, en dehors des échantillons des minerais divers du Tonkin et des autres colonies indo-chinoises, les expositions particulières de la Société des mines d'étain de Caobang, de la Société des Ciments de Portland à Haiphong, de la Société française des Charbonnages du Tonkin, de la Société des Docks et Houillères de Tourane, de M. Beauverie, ingénieur civil des mines à Hanoï, etc.

§ 11. — Expositions spéciales.

A l'Indo-Chine se rattachait le petit pavillon de Quan-Tcheou-Wan, dans lequel M. Decker avait

réuni bon nombre d'objets intéressants. Nous citerons, parmi ceux qui nous occupent, différentes denrées alimentaires, des champignons séchés et surtout une collection de plantes médicinales faisant partie d'une pharmacie chinoise très curieuse.

La visite des pavillons spéciaux à chaque groupe colonial indo-chinois ne nous retiendra plus longtemps. Il serait cependant injuste de n'y pas faire pénétrer le lecteur : il y verra l'effort sérieux de divers particuliers en vue de la mise en valeur de notre grande et belle possession asiatique.

Dans le pavillon de la Cochinchine, au point de vue spécial auquel nous nous sommes placé, nous n'avons guère à signaler que la belle vitrine de M. J. Berthet, de Saigon riz, coton, soie, etc., et, dans celui du Cambodge, des bois travaillés merveilleux, qui sont d'ailleurs partout en Indo-Chine répandus en abondance.

Dans le pavillon de l'Annam, MM. Bertrand, Derobert, Lejeune et Delignon, Mathey, etc., avaient exposé de nombreux produits, parmi lesquels des thés, des cafés, du caoutchouc, des huiles de bois, du stick lac, etc. : au Laos, il n'y avait guère qu'une remarquable collection d'objets curieux, d'œuvres d'art, mais au Tonkin nous devons nous arrêter pour féliciter grandement le Syndicat des Planteurs du Tonkin de sa magnifique exposition. Celle-ci s'adressait également aux commerçants et aux touristes et comprenait d'abord un chalet de dégustation pour les thés et les cafés, puis une superbe exposition globale des produits agricoles et forestiers, réunie par vingt-sept colons et surveillée par quatre d'entre eux se tenant tour à tour à la disposition du public. Quelques-uns, comme MM. Lafeuille, Yvoir, Tartarin, avec les graines oléagineuses, MM. Perrin avec la citronnelle, la coca, MM. Maron, Bonnatour, Godard, Reynaud, avec les caoutchoucs, les plantes médicinales, les céréales, les textiles, méritent une mention spéciale, qu'il nous faudrait accorder peut-être également à tous. Le palmarès de l'Exposition leur rendra pleinement justice, nous en sommes convaincu, et ils nous pardonneront de ne pouvoir décrire minutieusement chacune de leurs expositions particulières, qu'il faudra renouveler à chaque occasion en France pour vulgariser leurs produits. Espérons, en outre, que l'exemple de solidarité donné par eux ne sera pas perdu dans l'avenir pour nos autres colonies.

VI. — ANCIENNES COLONIES ET ILES DU PACIFIQUE.

Deux pavillons abritaient tout le reste de notre empire colonial : Antilles, Guyane, Réunion, Nouvelle-Calédonie, Tahiti, les Nouvelles-Hébrides, etc.

Un rapide coup d'œil nous suffira pour passer en revue sans commentaires les quelques produits qui se rapportent à notre sujet.

La Réunion, à côté de la vanille et du cacao, nous montrait une collection de végétaux utiles réunis par les soins du Jardin Botanique; on y trouvait aussi une série d'échantillons de bois de diverses essences.

A la Nouvelle-Calédonie, les concessionnaires du pénitencier de Bourail avaient exposé une collection de matières premières végétales, des résines, des bois, des minerais (cobalt, nickel, chrome) et aussi de beaux échantillons de caoutchouc de Banian rouge et blanc. Le café était aussi représenté, à notre avis d'une façon très insuffisante; pourtant son commerce oscille autour de 500 tonnes annuellement.

La Guyane attirait surtout l'attention sur une production lentement croissante d'or (89 millions de 1896 à 1905, en augmentation de 29 millions sur la période décennale précédente); en revanche, il y avait à peine quelques autres produits, comme la Balata, le caoutchouc d'*Hevea*. Qui donc tirera ce pays de sa torpeur, et ne pourrait-on pas, en nous défaisant d'un sentimentalisme exagéré, sinon ridicule, utiliser les déportés aux œuvres d'assainissement et de création de voies de pénétration absolument indispensables pour l'avenir économique de la colonie?

Divers produits des Nouvelles-Hébrides étaient intéressants, et aussi quelques collections de Tahiti.

VII. — CONCLUSIONS.

Sans avoir pénétré aussi profondément que nous l'aurions désiré dans les détails, nous venons de passer en revue les matériaux amassés à Marseille dans le but de renseigner le public français sur la variété des ressources de nos possessions lointaines; la question se pose maintenant de savoir si l'effort considérable accompli par quelques-unes d'entre elles sera compensé par des résultats appréciables.

Il est évidemment encore très prématuré d'émettre à ce sujet une opinion; mais il ressort cependant, de cet examen impartial, des indications sérieuses qui permettent de sortir quelque peu du domaine des hypothèses.

Nous avons suivi avec soin toutes les manifestations auxquelles donna lieu cette Exposition, principalement sous la forme de Congrès scientifiques ou commerciaux; nous nous sommes documentés auprès d'un grand nombre de personnalités coloniales ou métropolitaines compétentes; aussi nous permettra-t-on de tirer quelques renseignements des choses vues et des idées échangées.

Tout d'abord, était-elle bien nécessaire, cette exhibition, dont la réalisation entraîna quelques-unes de nos Colonies dans des frais énormes, que certains prétendent hors de proportion avec leurs ressources?...?

Si la nécessité ne s'en faisait pas sentir, on peut dire que l'utilité n'est pas douteuse, et, pour notre part, nous croyons sincèrement que nos principaux groupes coloniaux ont sagement agi en répondant ainsi à l'appel de notre grand port méditerranéen.

Combien la situation de ces derniers nous apparaît, en effet, comme analogue à celle d'une importante industrie récemment créée qui, après un certain nombre d'années d'efforts, verrait son capital initial englouti et craindrait de se trouver dans l'impossibilité de faire un nouvel appel de capitaux!

La ruine serait imminente, et pourtant ce n'est qu'une période critique, car quelques subsides supplémentaires suffiraient pour la mise en valeur de l'outillage économique qu'elle a si péniblement constitué, et il en résulterait la réussite et la fortune.

Laissons de côté les vieilles colonies, jadis si prospères, mais que de fausses conceptions politiques et humanitaires ont amenées à un état si précaire; ne parlons pas de l'Afrique du Nord, dont nous sommes à même de nous entretenir plus souvent, et envisageons par exemple ce qui se passe dans notre groupe colonial ouest-africain. Il y a eu peu d'années encore, chacune des colonies qui le composent était indépendante, et son administration ignorait sa voisine, avec laquelle elle avait cependant de larges points de contact. Quand on eut tiré parti des ressources de la bande littorale, on s'aperçut bien vite qu'il devenait nécessaire de « syndicaliser » leurs intérêts, sous peine de les voir condamnées à une stagnation qui pourrait devenir mortelle. Un homme remarquable, en qui le Gouvernement français avait mis toute sa confiance, réalisa et créa le Gouvernement général de l'Afrique occidentale, c'est-à-dire un organisme central dont le rôle est de veiller aux intérêts communs, tout en sauvegardant, pour chaque unité du groupe, le principe de l'autonomie administrative.

Conservant la paix parfois chèrement acquise à l'aide d'une sage et ferme administration, rechercher et combattre les causes de la dépopulation indigène, développer le commerce général, telles furent les préoccupations du début. Le pouvoir central n'a pas failli à ses devoirs: nos colonies africaines de l'Ouest jouissent aujourd'hui de la sécurité la plus complète; les mesures d'hygiène et la suppression graduelle du portage, en même temps que l'amélioration des conditions économiques de l'existence indigène, donnent déjà des résultats

importants, qui se traduisent par une augmentation sensible, en quelques années, du nombre des noirs soumis à notre domination.

Augmenter le trafic nécessitait l'entreprise d'immenses travaux, comme l'aménagement des fleuves et des ports et l'amélioration des voies de pénétration vers l'intérieur; c'était la condition *sine qua non* de l'existence future de ces colonies. Or, la configuration même du sol, l'impossibilité de maîtriser les grandes artères fluviales nécessitent la création d'autres moyens de transport, et il faut espérer que le rail vaincra bientôt toutes ces difficultés. Un emprunt de 65 millions en 1903 et le nouvel appel, qui sera entendu par nos Chambres, de 100 millions, permettront la réalisation de ce programme.

C'est la ruine, clament encore quelques esprits chagrins; c'est la prospérité certaine, pourrait-on répondre, si l'on veut bien constater que les récents tronçons de voie ferrée ont pu, dès la première année d'exploitation, réaliser quelques minces bénéfices, là où les plus optimistes escomptaient des déficits importants.

La fonction crée l'organe, disent les naturalistes; ici, l'organe développe la fonction.

Un seul danger continue à menacer l'essor de ce groupe, sur lequel on ne saurait revenir avec trop d'insistance, car la magnétique et si méthodique Exposition que nous avons louée comme elle le méritait, le rendait encore plus tangible; c'est que chacune des parties constituantes de cet empire doit sa vie commerciale à une ou deux exploitations intensives ou encore à une culture unique.

La Mauritanie produit de la gomme et du sel; le Sénégal a l'arachide et un peu de caoutchouc (Casamance); la Guinée vit sur sa production de caoutchouc (10 millions de francs par an), et la Côte d'Ivoire également (6 millions et demi en 1904), en s'aidant toutefois des productions du palmier à huile (3 millions) et de l'acajou (500.000 francs); quant au Dahomey, il est également sous le coup d'une exportation unilatérale de palmiste et d'huile de palme (plus de 9 millions de francs sur 12 millions à peine d'exportation totale).

Chaque colonie, à l'abri de sa production spéciale, peut donc développer son outillage économique, mais il importe que, par tous les moyens, on arrive à créer des ressources nouvelles qui puissent la tirer d'embarras dans le cas où une crise se ferait sentir sur l'article principal du commerce extérieur.

L'Exposition de Marseille vient de révéler ces dangers au grand public; heureusement, elle lui a également permis de constater les efforts accomplis en vue d'y remédier. Il sait maintenant que notre Mauritanie a tout lieu d'espérer la création proche d'un poste de pêcheries, que le Haut-Sénégal a vu

les essais de l'Administration et de l'Association cotonnière coloniale couronnés de succès, et que le même espoir de développer la culture du coton serait permis dans le Haut-Dahomey.

De même, on nous assure que des millions (!) de pieds de plantes à caoutchouc ont été replantés et que l'on n'est pas prêt de s'arrêter là; enfin, des missions scientifiques et économiques continuent et précisent l'inventaire des ressources du sol. Nous enregistrons avec joie ces travaux de toute nature, qui tendent à doter l'Afrique occidentale de productions nouvelles. Grâce à l'Exposition coloniale, le grand public suivra sans doute les efforts accomplis avec un réel intérêt; il exigera même qu'on le tienne au courant de la façon la plus précise de la marche des événements.

Au Congo, une organisation analogue à celle de l'A. O. F. vient d'être créée, et il semble qu'on puisse également en attendre les meilleurs résultats; car le problème de la mise en valeur se pose avec les mêmes redoutables inconnues. L'ivoire et le caoutchouc, exploités d'une manière irraisonnée et intensive, ont vu leur production baisser considérablement; mais heureusement les plantations de cacaoyers sont en bonne voie et leurs produits très estimés sur les marchés. D'autre part, il y a lieu d'espérer beaucoup des riches gisements minéraux que nous annoncent les prospecteurs les plus sérieux. Ici encore, la création de chemins de fer s'impose, qui permettront d'amener à la côte, à des prix de revient rémunérateurs, toutes les productions naturelles secondaires.

On remarquera que nous ne nous occupons guère de l'importation; c'est qu'en effet elle est fonction de l'exportation et de l'administration. Faites l'indigène toujours plus heureux et plus riche, amenez les Européens à s'installer nombreux pour surveiller leurs intérêts, et le chiffre d'importation s'élèvera graduellement pour le plus grand bien des fournisseurs métropolitains.

L'Indo-Chine, par la nature même de son exposition, est le contraste frappant de sa grande sœur africaine; ici, c'est l'abondance des matériaux, attestant une exubérante fertilité, qui remplace la pénurie des productions due à la pauvreté du sol dans cette dernière.

L'avenir économique de l'Indo-Chine réside dans le triage heureux qu'elle saura faire de ses richesses naturelles. Elle doit devenir, par exemple le grenier à riz de l'Extrême-Orient, et concurrencer, par un établissement judicieux de cultures intensives (thé, caoutchouc, poivre, café, etc.), ses riches voisins de l'Inde et de la Malaisie. Le marché immense de l'Extrême-Orient lui est ouvert; son sous-sol est riche en charbon, ce qui permettra, grâce également au rail, le développement rapide

des industries minières qui semblent appelées au plus grand avenir.

Les forêts des plateaux de l'Annam et du Laos, principalement, sont peuplées des bois les plus précieux et comptent aussi quantité de lianes à caoutchouc, cette précieuse denrée dont la consommation va chaque jour grandissant; mais, comme partout ailleurs, la question du transport reste en première ligne des préoccupations administratives.

Il n'est pas jusqu'à Madagascar, malgré sa situation précaire actuelle, dont on ne puisse envisager le relèvement naturel par la culture du riz, par la production de la soie, du caoutchouc, par diverses exploitations minières; mais ici les progrès seront lents: l'île est immense, sa conquête trop récente, la main-d'œuvre extrêmement réduite à cause de sa faible population; toutefois, le chemin de fer de Tananarive à la côte aidera sans doute énormément à développer son trafic avec l'extérieur.

Telles sont les réflexions encourageantes que suggère la visite de l'Exposition coloniale, d'après le seul examen des productions variées du sol et du sous-sol; nous ne doutons pas qu'elles puissent être modifiées par des considérations économiques d'ordre plus élevé, mais il nous était impossible d'aborder ces dernières. Il faudrait des volumes pour discuter avec ampleur les données du problème de mise en valeur, car les solutions sont extrêmement différentes avec chaque colonie, et c'est ce qu'oublent certains polémistes aux tendances un peu trop généralisatrices.

La main-d'œuvre, entre autres choses, est une des questions les plus ardues que l'on puisse aborder, car on conçoit aisément qu'elle ne saurait être envisagée dans les mêmes conditions s'il s'agit de peuplades africaines, primitives et disséminées, ou si l'on s'adresse à la région annamite, avec sa population si dense et héritière d'une civilisation séculaire.

Aussi nous dirons, pour terminer, que l'Exposition de Marseille et les Congrès dont elle fut le pré-

texte, en affirmant la vitalité de notre empire colonial, ont rendu à la cause de nos possessions lointaines le plus signalé des services. Ils ont convaincu un grand nombre de pessimistes de la nécessité d'un effort puissant de la Métropole¹; ils nous ont soustraits aux dangers d'un optimisme exagéré par la sincérité avec laquelle furent débattues les questions les plus variées et les plus complexes; enfin, ils nous ont montré la diversité des ressources que la France pouvait tirer de ses colonies par une administration forte, instruite, sage et entendue.

Une admirable collection d'ouvrages, de rapports, de catalogues, rédigés par des personnalités compétentes, est à l'impression, et ce ne sera pas l'une des moins belles œuvres de l'exposition, car celle-ci est indestructible.

Conservons précieusement cette immense documentation matérielle et littéraire, et mettons-nous résolument et définitivement à l'inventaire méthodique et rationnel des productions naturelles; étudions ces monceaux de matériaux et, avec la collaboration des industriels, des capitalistes et des laboratoires compétents, cherchons en somme à tirer le plus grand profit de cet effort dispendieux.

Que les questions mesquines d'hommes ou de systèmes disparaissent ou soient enfin reléguées à l'arrière-plan; que des méthodes rigoureuses d'administration succèdent aux essais passagers et aux erreurs nombreuses du début, et seulement alors les capitaux rassurés iront parfaire l'œuvre gigantesque qui nous donnera la nouvelle France rêvée des premiers et hardis pionniers de l'expansion coloniale.

Em. Perrot.

Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.
Membre du Jury de l'Exposition de Marseille.

¹ N'oublions pas que c'est à l'appoint apporté par notre empire colonial 1.500 millions annuellement environ que la France doit de n'avoir pas à constater une diminution dans son commerce général.

L'ENSEIGNEMENT DANS LES ÉCOLES D'HYDROGRAPHIE¹

S'il est un lieu commun rebattu, c'est celui qui constate la décadence de notre marine de commerce. Un autre lieu commun presque aussi rebattu que le premier stigmatise, à ce propos, la mollesse et le manque d'initiative de nos commerçants. Nous admettons la première idée, encore que nous aurions des réserves à faire si nous l'examinions à fond; mais la seconde n'est-elle pas tout à fait erronée? Est-ce bien le commerce qui, en France, manque à la marine? N'est-ce pas plutôt la marine qui manque au commerce? Le mouvement de nos ports est actif; il ne cesse de grandir; mais il grandit au profit des pavillons étrangers. Les tables du *Board of Trade* nous montrent que, de 1860 à 1903, la part du pavillon français, dans les ports français, a baissé de 41,4 % à 25,6 % : le déclin est lent, mais ininterrompu, et il continue². M. Millerand déclare qu'en 1902 notre pavillon a transporté *en poids* à peine la moitié de nos exportations par mer (44,69 %), et le quart de nos importations (25,38 %)³. Donc la matière, c'est-à-dire le fret, ne manque point à notre marine de commerce : seulement, elle ne sait pas s'en saisir et l'utiliser. Pourquoi? Question complexe, qui admet plusieurs réponses, toutes également plausibles. A notre avis, une des causes du mal réside dans l'absence de préparation des états-majors de la marine marchande au rôle commercial qu'ils doivent jouer. C'est ce que nous allons essayer de montrer par l'examen et la critique des méthodes d'enseignement employées pour eux.

Pour commander un navire de commerce français au long cours, il faut justifier du brevet de capitaine au long cours, ordinaire ou supérieur, qui comporte deux examens, un de théorie et un d'application. Pour exercer les fonctions de second ou de lieutenant, les diplômes d'élève ou d'officier de la marine marchande suffisent. Pour commander au cabotage, on exige au moins le brevet de maître au cabotage, qui comporte un minimum de connaissances nautiques. On ne peut se présenter

à ces différents examens qu'en justifiant d'un certain temps de navigation professionnelle, sauf pour l'examen de théorie de capitaine au long cours, auquel tout candidat peut se présenter de *plano* dès l'âge de dix-sept ans⁴.

Il y a une certaine chinoiserie dans cette complication d'examens, de brevets et de diplômes. Mais n'insistons pas sur ce point.

La préparation aux brevets et aux diplômes se fait dans les *Écoles d'Hydrographie*, qui dépendent du Ministère de la Marine. Disons tout de suite que ces Écoles ne jouissent pas d'un privilège exclusif. On peut se préparer ailleurs. Ainsi, les Chambres de commerce subventionnent des écoles libres à Dieppe, à Fécamp, à Saint-Nazaire, à Marseille, à Alger, à Philippeville. De même, personne n'ignore qu'une Section de navigation maritime, créée en vue des mêmes examens, a été annexée, le 21 septembre 1903, à l'École supérieure de Commerce de Paris. Mais, dans la pratique, l'immense majorité des élèves se forme toujours dans les vieilles Écoles d'Hydrographie. Ce sont elles qui nous préparent, pour demain, nos capitaines et nos seconds des navires de commerce. C'est donc à elles qu'il faut nous adresser, pour savoir où nous en sommes et sur quoi nous pouvons compter.

I. — ORGANISATION ET PROGRAMME DE L'ENSEIGNEMENT.

Les Écoles d'Hydrographie sont filles de l'inscription maritime. Du jour où l'État français a mis en tutelle, pour le service de sa flotte, les populations du littoral, il s'est trouvé obligé, par une conséquence logique, de veiller à tous leurs intérêts. Un des plus pressants parmi ces intérêts consistait dans l'accès facile aux commandements et aux postes subalternes de la navigation de commerce. C'est pourquoi les Écoles d'Hydrographie furent fondées; c'est pourquoi elles furent placées sous la dépendance du Ministère de la Marine; c'est pourquoi, enfin, on les établit exclusivement sur le littoral, en nombre suffisant pour éviter aux inscrits des déplacements trop longs et trop onéreux. Elles sont aujourd'hui au nombre de seize : Dunkerque, le Havre, Granville, Saint-Malo, Saint-Brieuc, Paimpol, Brest, Lorient, Nantes, Bordeaux, Agde, Marseille, Toulon, Saint-Tropez, Cannes, Bastia. Toutes ces écoles ne s'équivalent pas. Les unes, Le Havre, Saint-Brieuc, Brest, Nantes, Bordeaux, Agde, Marseille, Toulon, sont ouvertes aux

¹ Cet article était écrit et composé lorsque le décret du 31 octobre 1906, par son article premier, a attribué au Ministère du Commerce « les écoles d'hydrographie ou de navigation commerciale, le matériel et le personnel d'enseignement ». C'est une éclatante justification des idées exprimées aux paragraphes II et III de la présente étude. Le Rapport qui précède le décret, et qui porte la signature de M. Clémenceau, a été rédigé dans le même esprit que notre article.

² Board of Trade. *Tables showing the progress of Merchant Shipping for the year 1904*, tableau n° 7, page 24.

³ Rapport du 1 mai 1904, au ministre du Commerce, au nom de la Commission extraparlémentaire de la Marine marchande.

⁴ Décrets du 18 septembre 1893 et du 29 décembre 1901.

candidats aux diplômes d'élève de 1^{re} et 2^e classe de la marine marchande, et au brevet de capitaine au long cours, supérieur ou ordinaire : elles forment une sorte de degré supérieur dans l'enseignement de l'Hydrographie. Les autres sont ouvertes seulement aux candidats au diplôme d'élève de 2^e classe de la marine marchande, et aux brevets de capitaine au long cours ordinaire et de maître au cabotage : c'est le degré inférieur. En pratique, cette distinction importe assez peu. Ceux que notre affirmation étonnera en seront à coup sûr moins surpris, quand ils connaîtront l'organisation et les méthodes adoptées pour l'un et l'autre enseignement.

Le premier sujet d'étonnement que nous donnent les Écoles d'Hydrographie, c'est le programme lui-même.

Les programmes d'enseignement dans ces Écoles de préparation devraient, semble-t-il, concorder d'une manière exacte avec les programmes des connaissances théoriques exigées pour la conquête des brevets et des diplômes¹. Or, cette concordance n'existe pas. Par une anomalie dont aucun autre exemple, je crois, ne se trouve dans notre système d'examen et de concours, le programme *obligatoire* d'enseignement des Écoles est ridiculement étroit et insuffisant en comparaison des programmes d'examen auxquels il prétend préparer. Pour s'en convaincre, on n'a qu'à comparer les listes suivantes.

L'enseignement officiel et obligatoire dans les Écoles d'Hydrographie consiste en cours sur l'Arithmétique, la Géométrie, la Trigonométrie, la théorie de la navigation, l'usage des instruments nautiques, le calcul des observations.

Le brevet ordinaire de théorie de capitaine au long cours comporte des épreuves de composition française, de calculs nautiques, d'Arithmétique, d'Algèbre, de Géométrie, de Trigonométrie, de Cosmographie, de Navigation, de Mécanique, de machines à vapeur, de Géographie. Le brevet d'application comporte encore quelques connaissances théoriques, comme la Physique du globe, le droit maritime commercial et la langue anglaise.

Dans le brevet supérieur de capitaine au long cours, aux connaissances précédentes viennent s'ajouter la Physique, la Chimie et l'Histoire.

Le diplôme d'élève de la marine marchande comporte les mêmes épreuves que le brevet de capitaine au long cours.

On voit donc qu'une bonne moitié des programmes d'examen ne figure pas dans le programme des Écoles d'Hydrographie. Ni composition française, ni Physique, ni Chimie, ni Histoire, ni

Géographie, ni machines à vapeur, ni droit commercial, ni langue anglaise ne sont régulièrement enseignés aux Écoles. Je ne discute pas ici la plus ou moins grande valeur de ces connaissances pour la formation d'un officier de la marine de commerce : je me borne à constater qu'elles figurent aux programmes d'examen, qu'elles sont exigées, et que les Écoles d'Hydrographie ne les enseignent pas.

Pour être juste, il faut ajouter que de timides efforts sont faits un peu partout, dans les seize centres, pour parer à cette insuffisance, au dedans et au dehors de l'École.

Au dedans de l'École, le professeur fait généralement, dans la seconde partie de l'année scolaire, à partir de janvier, des cours supplémentaires sur certaines questions de manœuvres, sur les constructions navales, sur les machines à vapeur, toutes matières qui lui sont assez familières ; il donne même quelques compositions françaises.

Au dehors de l'École se font aussi des conférences, où des personnes de provenance diverse, le plus souvent d'anciens capitaines au long cours, essaient de combler les lacunes qui restent.

En fait, ce double palliatif est bien insuffisant. Le vrai et sérieux enseignement ne comprend guère que les matières indiquées au programme officiel des Écoles. Pour le reste, les candidats se tirent d'affaire comme ils peuvent.

Il en résulte que les Écoles d'Hydrographie ne peuvent préparer efficacement, ni le brevet de capitaine au long cours, ni le diplôme d'élève de la marine marchande. Elles ne préparent bien que les brevets et les diplômes inférieurs.

Comment pourrait-il en être autrement ?

D'abord, chaque École n'a qu'un seul professeur. Déjà, par la grâce de son programme officiel, ce malheureux est un véritable maître Jacques du professeur : tantôt cocher, tantôt cuisinier, je veux dire mathématicien le matin, astronome le soir, navigateur le lendemain, il fait plusieurs métiers. Que serait-ce s'il était encore obligé d'enseigner la Physique, la Chimie, le Droit commercial, l'Histoire, l'Anglais, la Géographie ? Pour une pareille tâche, il faudrait, non un homme ordinaire, mais une encyclopédie vivante. Le professeur d'Hydrographie est un simple mortel : il ne faut pas lui demander tant.

C'est ici le lieu de rechercher d'où vient cet homme, à qui le programme des Écoles demande de savoir tant de choses, ce professeur qui n'en sait rien moins qu'un homme universel, s'il enseignait réellement les connaissances qu'on exige de ses élèves aux examens.

Les professeurs d'Hydrographie sont recrutés au concours parmi les officiers de la marine mili-

¹ Les candidats acquièrent les connaissances pratiques pendant leurs périodes d'embarquement.

taire du grade d'enseigne ou de lieutenant de vaisseau, et parmi les capitaines au long cours; on impose aux seconds des conditions d'âge (trente ans au maximum), dont les premiers sont dispensés¹. En pratique, comme la culture intellectuelle des capitaines au long cours laisse en général à désirer, ce sont surtout de jeunes officiers de marine qui recrutent le personnel des professeurs. Ce sont des hommes — assurément très distingués pour la plupart — qui changent de carrière : après avoir rêvé d'une vie d'action, après en avoir essayé même, ils se vouent à l'enseignement. Or, s'il y a une erreur répandue et fâcheuse, c'est celle qui fait croire à beaucoup de personnes qu'un homme intelligent peut enseigner n'importe quoi à n'importe quels élèves, dès qu'il est pourvu du bagage de connaissances nécessaire. L'aptitude à enseigner est comme l'aptitude au commandement : elle s'acquiert par le travail, personne ne la reçoit à titre de don céleste. Un jeune enseigne ou un jeune lieutenant de vaisseau qui devient, par la grâce d'un concours, professeur d'Hydrographie, après avoir dépensé huit ou dix ans de jeunesse et de force dans une carrière toute différente, est-il bien préparé à son rôle de maître et d'éducateur ? Est-il préparé, notamment, à former des capitaines et des seconds au commerce, alors qu'il n'a, lui-même, d'autres notions sur les besoins du commerce et sur le rôle commercial des capitaines que celles qu'il a puisées dans son bon sens ? Et je fais abstraction pour l'instant des difficultés que lui vaut le nombre exagéré des élèves et des heures de cours : à ne considérer que son origine ordinaire, le professeur d'Hydrographie n'est-il pas mis en présence d'une tâche particulièrement difficile pour lui ?

Les difficultés auxquelles se heurtent les professeurs d'Hydrographie sont encore accrues par la provenance et la nature même de leurs élèves. J'ai rappelé, au commencement de ce paragraphe, que les Écoles d'Hydrographie ont été créées pour les inscrits. Ce sont donc, avant tout, des inscrits qui les peuplent : soit de tout jeunes garçons, qui sortent de l'école primaire et qui veulent conquérir le brevet théorique de capitaine au long cours, soit des jeunes gens d'un âge un peu plus avancé, qui ont déjà navigué et qui conditionnent pour les brevets et pour les diplômes un temps de navigation est exigé. Dans les deux cas, ce sont des élèves mal préparés à recevoir un enseignement de quelque valeur, surtout un enseignement-express où tout le programme imposé est traité en dix mois de scolarité. D'une manière générale, il est permis d'affirmer que la population de nos inscrits

est une des moins cultivées de France, une de celles où l'enseignement primaire donne les moindres résultats, soit par défaut d'une scolarité suffisante, soit pour toute autre raison. Il suffit, pour s'en convaincre, de parcourir les statistiques de l'enseignement primaire ou de se rendre compte du grand nombre d'illettrés qui arrivent tous les ans à bord des bâtiments de guerre. Ce sont de mauvais élèves d'école primaire que reçoivent les Écoles d'Hydrographie. En outre, les jeunes gens qui travaillent pour les diplômes et pour les brevets d'application ont perdu, dans leurs deux ou trois ans de navigation, le peu d'habitude du travail intellectuel qu'ils pouvaient avoir. Il faudrait beaucoup d'efforts, beaucoup d'habileté, il faudrait surtout du temps pour labourer comme il convient ces cerveaux rebelles. Or, si les efforts ne manquent pas, si l'habileté ne manque pas non plus, le temps, lui, manque tout à fait.

II. — CRITIQUES.

Par le simple exposé que nous venons de faire des conditions générales et du cadre de l'enseignement dans les Écoles d'Hydrographie, les défauts extérieurs de ce système ressortent déjà d'eux-mêmes. Il nous sera aisé de les grouper dans une vue d'ensemble. Mais on se ferait une idée très insuffisante du mal qui en résulte, si l'on se bornait à considérer les vices extérieurs de l'organisation sans fouiller jusqu'au cœur même, c'est-à-dire sans analyser les erreurs originelles et fondamentales dont l'organisation boiteuse des Écoles n'est que le signe visible.

D'abord, la répartition géographique des Écoles est bien singulière. Il eût semblé naturel de les établir uniquement dans de vraies places de commerce maritime, où les élèves auraient profité de l'inestimable enseignement par les yeux et par les faits. Les élèves d'Écoles comme celles du Havre, de Nantes, de Marseille et de Bordeaux, peuvent bénéficier tant qu'ils veulent de cet enseignement, que rien ne remplace. Mais quelle utilité y avait-il à établir ou à laisser subsister des Écoles dans de vieilles villes maritimes aux trois quarts mortes comme Agde et Saint-Tropez ? Pourquoi une École à Cannes, où ne viennent que des bateaux de plaisance et point de bateaux de commerce ? Pourquoi des Écoles dans trois ports militaires sur cinq ? Pourquoi, en revanche, n'y a-t-il point d'Écoles dans telles de nos grandes places de commerce, actives et prospères, comme Cette et Boulogne ? Aucune idée générale n'a guidé cette répartition, qui s'est faite peu à peu, au hasard des routines, des ignorances et des réclamations locales.

Je ne reviendrai pas sur le défaut si choquant

¹ Conformément au décret du 15 janvier 1877.

du désaccord complet entre le programme des Écoles et les examens de la marine marchande. Mais le professeur unique entraîne bien des inconvénients. Dans les Écoles des centres importants, ce professeur, qui a trop de matières différentes à enseigner à ses élèves, a en même temps trop d'élèves, qui sont eux-mêmes trop différents par l'âge et par l'avancement intellectuel, et auxquels il fait trop d'heures de cours. A Marseille, dans l'année scolaire 1905-1906, l'École comptait 75 élèves. Les cours, à Marseille comme dans les autres centres, durent normalement 6 et même 8 heures par jour, au moins dans les derniers mois de scolarité. Il tombe sous le sens que le professeur ne peut, ni faire ses cours, ni corriger les devoirs comme il conviendrait. Les classes des Écoles d'Hydrographie, dans de pareilles conditions, tombent au rang de ces écoles primaires encore si nombreuses dans certains départements arriérés comme le Morbihan, le Finistère et les Côtes-du-Nord, où il y a pénurie de locaux et de maîtres et où plusieurs classes comptent 80 élèves et même davantage : ces classes ne sont que des garderies, où la parole du maître est perdue pour les deux tiers, au moins, des auditeurs bénévoles.

Les petits paysans, élèves des écoles primaires dans les départements bas-bretons, ne protestent point contre ce régime, qui les laisse croupir dans l'ignorance. Mais les élèves des Écoles d'Hydrographie, qui ont des examens à passer et une carrière à faire, ne peuvent s'en accommoder aussi aisément.

Ils sont dans l'obligation presque impérieuse de demander à leurs professeurs des leçons supplémentaires payantes. Ils sont presque tous forcés de prendre des leçons, les bons élèves comme les mauvais. Ce simple fait, sur lequel je ne veux pas insister outre mesure, suffirait à faire apprécier comme il convient l'organisation de l'enseignement hydrographique. Un enseignement *public*, un enseignement *d'Etat* qui impose le cachet à ses élèves se condamne lui-même. Il est inférieur à son rôle; il ne rend aucun des services que l'on attend de lui.

Mais tous ces défauts, si graves et si criants qu'ils soient, sont des défauts de surface. Ils précèdent tous d'une même cause profonde, qui seule a pu leur permettre de naître et de se développer sans obstacles. Cette cause, c'est la prépondérance exclusive donnée à la mémoire dans les Écoles d'Hydrographie; c'est la passivité intellectuelle, passée à l'état de pratique invétérée et indéracinable chez les élèves de ces Écoles; c'est le manque de culture de la réflexion, le manque de culture de l'esprit d'observation, le manque de culture du jugement.

Nous touchons ici au vif de la question. L'ensei-

gnement des Écoles d'Hydrographie, qui est exclusivement scientifique, devrait développer les plus solides qualités de l'esprit. Par les Mathématiques, les élèves devraient s'habituer à la rigueur du raisonnement et à l'horreur des à peu près. Par l'usage des instruments nautiques et par les observations, ils devraient conquérir cette adaptation de l'œil qui est si nécessaire au marin et qui, par sa délicatesse et par sa précision, atteint la valeur d'une qualité intellectuelle; ils devraient acquérir aussi l'habitude de lire la carte céleste dont l'observation permet de jalonner les océans. Les matières qui ne figurent pas au programme officiel, mais qui font ou qui devraient faire l'objet de conférences supplémentaires, comme la Physique, la Chimie, la Mécanique appliquée, la Géographie, l'Histoire, devraient non seulement pourvoir les élèves de connaissances pratiques, mais les habituer à voir clair autour d'eux, les accoutumer à l'observation, à la comparaison des phénomènes naturels et des phénomènes humains, qualités que le marin aurait souvent l'occasion de déployer pour le plus grand profit de la marine qui l'emploie et du commerce qui lui confie ses transports. Compris de cette manière, les programmes des examens de la marine marchande auraient une valeur de premier ordre pour la formation intellectuelle de l'officier : mais est-ce de cette manière que les Écoles d'Hydrographie conçoivent et exécutent leur mission? Nous n'hésitons pas à répondre que non; nous n'hésitons même pas à dire qu'elles font tout le contraire, et qu'on dépense dans ces Écoles une somme considérable de travail et d'efforts pour arriver à un résultat tout opposé au résultat désirable.

Les qualités qu'il faut développer chez le marin, la réflexion, la raison, l'observation, sont filles du temps. Elles ont besoin, non seulement de germer, mais de mûrir assez longtemps dans l'esprit avant de donner leurs fruits. Un enseignement scientifique, comme celui que donnent les Écoles d'Hydrographie, ne peut pas se passer du temps. A la rigueur, un enseignement littéraire peut jouer avec les heures et mettre les bouchées doubles, s'il s'adresse à des intelligences faciles et brillantes. Une telle acrobatie n'est pas permise à l'enseignement scientifique. Même avec des intelligences convenablement préparées, — ce qui n'est pas le cas pour les Écoles d'Hydrographie, — l'enseignement scientifique doit se déposer peu à peu dans l'esprit, par couches successives. Tout entassement hâtif de connaissances est sujet à s'écrouler soudain, sans avoir porté les fruits espérés. Sans doute, on peut bourrer les cerveaux de connaissances positives et de résultats mathématiques qui permettent aux candidats de faire quelque figure pendant un examen de quelques

heures ; mais on n'y parviendra que par deux moyens aussi antiscientifiques l'un que l'autre, qui sont l'usage exclusif de la mémoire et l'argument d'autorité.

Ce sont précisément ces moyens qui sont en honneur dans les Écoles d'Hydrographie. Il ne peut en être autrement. Prenons, par exemple, l'enseignement de la Géométrie. Les professeurs d'Hydrographie, d'après le témoignage qui m'a été fourni par l'un d'eux, disposent d'environ *un mois et demi* pour cet enseignement ! Il faut, dans ces quarante-cinq jours, voir les huit livres de la Géométrie, à peu près telle qu'on la fait en *quatre années* dans les classes de lettres des lycées. Dans ces conditions, il est impossible d'inviter les élèves à réfléchir même sur les principaux théorèmes ; il est aussi impossible de leur donner des problèmes, qui sont le seul moyen de s'assurer qu'ils ont compris et qu'ils sont capables d'utiliser ce qu'ils apprennent. On pratique avec eux une sorte de révision hâtive, à toute vitesse, telle qu'elle se fait dans ces odieux établissements qui sont la négation même de tout enseignement, les « boîtes à bachot ». Il en est ainsi des autres matières enseignées. Si réduit que soit le programme des Écoles d'Hydrographie par rapport au programme des examens, il est encore trop étendu par rapport au temps ridiculement court dont les professeurs disposent. Aussi les élèves — je dis les meilleurs élèves — sont incapables de s'assimiler convenablement ce qu'ils apprennent : il faudrait qu'ils eussent des facultés surnaturelles pour le faire. Ils apprennent par cœur, en toute hâte ; ils entassent notions sur notions, en comprenant à moitié, ou même, parfois, en ne comprenant pas du tout. Qu'importe, pourvu qu'ils soient capables, au jour de l'examen, de répéter à la lettre ce qu'ils ont appris ! Assurément, ils sont pour la plupart de ceux que l'on déroute, rien qu'en leur changeant les lettres des figures.

Le *Phare de la Loire* a raconté en 1905 l'amusante histoire de ce capitaine au long cours, pourvu du brevet supérieur, qui avait été embarqué comme second sur un transatlantique. A son premier quart de nuit, il fit réveiller plusieurs fois son commandant, sous prétexte que la houle menaçait de *devenir synchrone*. Le commandant se hâta de le faire débarquer, et demanda qu'on ne lui donnât plus, à l'avenir, d'officiers aussi savants¹.

Nous pouvons terminer nos critiques sur ce trait, dont tout commentaire affaiblirait la portée.

III. — RÉFORMES À OPÉRER.

Notre exposé et nos critiques pourraient peut-être faire croire à certains de nos lecteurs que nous

avons un faible pour l'enseignement surchargé et pour les programmes touffus. Car nous avons plaidé la cause des matières nouvellement introduites dans les examens de la marine marchande et forcément laissées de côté par les Écoles d'Hydrographie mal organisées. Qu'on veuille bien ne pas se méprendre sur ce point. Nous avons demandé la concordance du programme des examens et de celui des Écoles, et nous avons déclaré le programme des Écoles défectueux : mais nous ne trouvons pas celui des examens beaucoup meilleur. Nous ne demandons pas un enseignement surchargé ; nous voudrions, au contraire, un enseignement allégé, et surtout opposé à la vieille routine.

Cet antique enseignement hydrographique — vieux comme ce nom d'*hydrographie* qu'il porte et qui, appliqué à cet enseignement et à ces Écoles, ne signifie plus rien du tout — doit être modernisé. Il faut le moderniser sans le surcharger.

Or, jusqu'ici on l'a surchargé sans le moderniser.

C'est au décret du 18 septembre 1893 que remonte la discordance, aujourd'hui si frappante, entre le programme des Écoles et celui des examens.

Avant 1893, il n'y avait que deux brevets, celui de capitaine au long cours et celui de maître au cabotage. Pour s'y présenter, il fallait avoir vingt-quatre ans d'âge et soixante mois de navigation. L'enseignement ne s'adressait donc qu'à des hommes faits, dont les Écoles d'Hydrographie complétaient, par un petit bagage de notions théoriques, l'instruction professionnelle et pratique déjà fort avancée.

Mais on commençait à s'apercevoir, en 1893, qu'avec le développement des transports maritimes, l'augmentation du tonnage des bateaux et la complication nouvelle de l'outillage naval, l'ancien enseignement hydrographique ne suffisait plus. Aussi le décret rendu à cette époque accrut les programmes et établit le *brevet théorique* de capitaine au long cours, où l'on peut se présenter à l'âge de dix-sept ans, sans aucune condition de navigation.

On a vu combien ont été médiocres les résultats de ce système, qui superposait à une organisation ancienne des programmes nouveaux trop touffus et rédigés, semble-t-il, avec peu de réflexion.

Ajoutons que l'exemption de deux années de service militaire conférée, depuis le décret de 1893, aux titulaires du brevet théorique de capitaine au long cours, a suffi à attirer dans les cadres de la marine marchande beaucoup de jeunes gens qui n'avaient pas le moindre goût pour la mer ni pour le commerce maritime.

Il faut donc rompre, à la fois, avec l'ancienne tradition et avec les errements nouveaux. La marine de commerce a besoin d'états-majors autrement et mieux préparés.

La formule générale de l'enseignement nécessaire

¹ Ce récit a été reproduit dans la *Revue générale de la Marine marchande*, 1^{er} semestre 1905, pages 593-594.

a été donnée en très bons termes par M. Thomson, ministre de la Marine, à l'inauguration de la nouvelle École supérieure pratique de Commerce et d'Industrie de Paris (21 décembre 1905) :

« Il est nécessaire, disait M. Thomson, de se pénétrer de la complexité du rôle du capitaine à bord du navire.

« Sa charge ne se borne pas à diriger la navigation du bâtiment et à faire preuve, à cet effet, des connaissances techniques et pratiques nécessaires.

« Le capitaine est à bord le préposé commercial de l'armateur, et il doit faire toutes les opérations utiles pour la réussite de son entreprise. Armé des pouvoirs les plus étendus pour assurer l'arrivée au port de la cargaison qui lui est confiée, il doit donc, aux yeux de l'armateur, posséder des connaissances économiques, commerciales et juridiques qui doivent le rendre capable de sauvegarder les intérêts considérables qu'il a mandat de servir¹. »

Malheureusement, ces excellentes paroles ont servi de commentaire à la création de la Section de navigation maritime annexée à l'École supérieure d'Industrie et de Commerce de Paris. Or, cette création n'a pas résolu le problème.

Nous rendons hommage aux intentions de ceux qui ont créé la Section maritime. Nous reconnaissons qu'ils se sont parfaitement rendu compte du défaut d'instruction première et de préparation de nos marins du commerce. Nous allons même jusqu'à convenir que la Section maritime de l'École de Commerce pourra déterminer quelques vocations qui, sans elle, couraient risque de s'ignorer toujours. Mais nous ne pensons pas qu'on puisse former loin de la mer tout un état-major de la marine marchande. Or, il ne s'agit pas de déterminer quelques vocations isolées, mais de refondre en entier un corps dont les traditions sont surannées, et dont la formation intellectuelle et professionnelle est insuffisante.

Nous pensons que la vraie solution consisterait à créer une ou plusieurs Écoles flottantes, où les élèves, recrutés très jeunes, recevraient une instruction à la fois théorique et pratique.

Placer la navigation professionnelle avant l'acquisition des connaissances théoriques les plus nécessaires, comme nous le faisons en France pour tous nos brevets et diplômes, sauf pour le brevet théorique de capitaine au long cours qui ne confère aucun droit immédiat, c'est mettre la charrue devant les bœufs.

Sur les Écoles flottantes, il y aurait à la fois modernisation et « ventilation », si l'on peut dire, des programmes. Les connaissances superflues ou peu utiles ne tarderaient pas à s'éliminer d'elles-mêmes,

ou bien elles seraient réduites à la portion congrue ; les connaissances utiles se tailleraient leur part légitime.

Ces Écoles flottantes existent à l'Étranger. Elles donnent de très bons résultats dans les pays où elles ont été organisées d'une manière rationnelle, et où aucune routine antérieure ne s'oppose à leur développement, par exemple en Allemagne.

L'École de navigation fondée par le puissant armement brémois, le *Norddeutscher Lloyd*, pour recruter les officiers de cette compagnie, a déjà fait ses preuves, et il peut être intéressant d'exposer ici en quelques mots son organisation et ses programmes.

L'École du *Norddeutscher Lloyd* est établie sur le quatre-mâts barque *Herzogin Sophie Charlotte* et sur son annexe *Herzogin Cecilie*. Cent jeunes gens y sont recrus pour un cours d'études de trois années. Ces jeunes gens doivent avoir moins de dix-huit ans, n'avoir jamais navigué, être en bonne santé et posséder une instruction suffisante. L'instruction théorique comprend l'allemand, l'anglais, le français, l'Histoire, la Géographie, les Mathématiques, la Navigation, l'Astronomie, le Droit maritime. L'enseignement pratique se compose de la manœuvre, de l'application des règles de la navigation, des exercices d'arrimage, des divers modes de chargement employés dans les ports, en un mot, « de tout ce qui concerne les intérêts de l'armateur et peut lui donner une compréhension parfaite du commerce international¹ ». Ainsi le *Norddeutscher Lloyd* a établi dans son École l'enseignement de l'économie maritime. On chercherait en vain quelque chose de semblable, soit dans les programmes de nos Écoles d'Hydrographie, soit dans ceux de nos brevets et de nos diplômes.

Nous souhaiterions donc qu'on organisât, pour notre marine de commerce, des Écoles flottantes et naviguant réellement au commerce, aux lieux et places des Écoles d'Hydrographie qui ne sont pas à réformer, mais à supprimer.

Si certaines personnes repoussent cette solution comme trop radicale, nous leur répondrons qu'il est bien plus facile de faire du nouveau que de réformer une routine. Rien n'est plus malaisé que de faire du neuf avec du vieux : les rédacteurs des décrets de 1893 et de 1901 s'en sont bien aperçus.

Cependant, si l'on voulait à toute force garder le vieux cadre hydrographique, au moins ne faudrait-il garder que le cadre, et réformer de fond en comble organisation et programmes.

Nous allons exposer brièvement les points principaux sur lesquels cette réforme devrait porter.

¹ *Temps*, du 22 décembre 1905.

² *Revue générale de la Marine marchande*, 1^{er} semestre 1904, p. 611.

D'abord, les Écoles d'Hydrographie cesseraient de dépendre du ministère de la Marine, et seraient mises sous l'autorité du ministre du Commerce. Le ministère de la Marine n'est et ne doit être qu'un ministère militaire. Tout organisme de ce ministère qui ne concourt pas directement à la préparation de la guerre maritime est un organisme parasite. La formation intellectuelle et professionnelle des officiers de la marine de commerce ne regarde pas le ministère de la Marine.

Ensuite, il faudrait à la fois simplifier, moderniser et fortifier l'enseignement.

Les principaux défauts de l'enseignement actuel, au point de vue purement théorique, peuvent se résumer en quelques mots : trop de Mathématiques ; pas assez de sciences d'observation et d'expérience. Et au point de vue pratique : aucune des notions nécessaires qui font du marin l'utile auxiliaire du commerce.

C'est une erreur de croire qu'il faille tant de Mathématiques *pures* pour faire un bon marin. Les rédacteurs des programmes officiels le reconnaissent eux-mêmes, puisqu'ils recommandent de faire porter les examens, en Arithmétique et en Algèbre, *surtout* sur les applications pratiques et immédiates de ces sciences. Ce n'est pas *surtout*, c'est *uniquement* qu'il eût fallu dire. En réduisant les programmes mathématiques à leur côté pratique, sans rien leur faire perdre de leur solidité, on réaliserait une économie de temps et d'effort qui permettrait de fortifier d'autres parties du programme.

Ces autres parties sont les sciences d'observation, les langues étrangères, et ce que j'ai appelé tout à l'heure « l'économie maritime ».

Pour la formation intellectuelle d'un homme comme le marin, qui est sans cesse en contact avec le monde extérieur et chez qui le coup d'œil et le discernement sont des qualités essentielles, les sciences d'expérience et d'observation, Physique, Chimie, Sciences naturelles, nous paraissent au moins aussi utiles que les Mathématiques. La Physique et la Chimie, qui ont leur part dans les programmes des brevets, n'en ont aucune dans l'enseignement actuel des Écoles d'Hydrographie. Les Sciences naturelles n'existent nulle part : en fait, elles sont sacrifiées un peu partout, bien à tort, dans nos programmes d'enseignement et de concours. Bien entendu, il ne s'agit pas d'exiger une étude approfondie de ces sciences, mais de demander simplement les notions nécessaires aujourd'hui à tout homme cultivé.

Pour les langues étrangères, si négligées, il est maintenant indispensable que les officiers du commerce en sachent au moins deux, l'anglais et l'allemand. Or, l'anglais est peu appris par nos candidats, et l'allemand n'est pas appris du tout.

L'économie maritime, qui elle aussi n'existe nulle part à l'heure présente, comprendrait quelques notions d'Économie politique, la Géographie commerciale, l'étude des lignes de navigation, des ports, des usages divers et des outillages de chargement et de déchargement, des droits de port et de douane dans les différents pays, l'étude des tarifs d'exportation, des tarifs combinés des voies ferrées et des voies maritimes, de la navigation des « tramps » ou bateaux d'intercourse, des règlements sanitaires... Aucune étude n'est plus intéressante et plus utile pour le marin du commerce : aucune n'est traitée avec une si méprisante indifférence. — C'est par la pratique, nous dira-t-on, que l'officier de la marine de commerce acquiert ces notions. — Cela revient à dire que, pour devenir officier de la marine de commerce, il n'est pas nécessaire d'apprendre son métier. Nous soutenons que, si le marin veut savoir son métier, il doit d'abord acquérir les connaissances que nous venons d'énumérer.

Ainsi, que l'on supprime radicalement les vieilles Écoles d'Hydrographie, ou qu'on les maintienne en les réformant de fond en comble, la marine marchande française n'aura un personnel instruit et apte à accomplir sa mission que si les errements actuels sont abandonnés. Sans avoir dans l'efficacité des méthodes d'enseignement et des programmes une foi exagérée, nous pensons que notre marine reprendrait bien vite de la vie et de l'activité, si elle avait des hommes. Car ce qui lui manque, nous le répétons, ce n'est pas le fret, ce sont les hommes capables d'empêcher ce fret d'entrer et de sortir par bateaux étrangers. Nos hommes politiques ont cherché désespérément des remèdes : ils ont fait pleuvoir sur les constructeurs et sur les armateurs de véritables mannes, sous forme de primes à la construction, de primes à la navigation, de compensations d'armement ; tout cet argent a été dépensé en pure perte, ou à peu près. Ne vaudrait-il pas mieux préparer nos états-majors à comprendre et à jouer comme il convient leur rôle commercial ? Cela coûterait moins cher et produirait des résultats meilleurs.

Camille Vallaux,
Professeur à l'École navale.

L'ÉLECTRISATION PAR RAYONNEMENT ET L'ÉMISSION D'ONDES RAPIDES PAR LES CORPS A LA TEMPÉRATURE ORDINAIRE

I. — L'ÉLECTRISATION DES CORPS PAR LA CHALEUR ET PAR LE RAYONNEMENT.

La question de l'électricité atmosphérique date de loin. Franklin ayant fait ses expériences célèbres en 1751; plusieurs savants ont démontré depuis lors que le champ électrique normal n'existe pas seulement pendant les orages, mais aussi bien par ciel pur. Les cerfs-volants, dont on se servait pour ces expériences, s'élevaient quelquefois aux grandes hauteurs, en accumulant l'électricité des nuages. Mais des mesures plus exactes concernant l'électricité atmosphérique ont été obtenues plus tard en faisant usage des ballons aérostatiques, captifs ou libres. C'est ainsi qu'on a pu mesurer l'ionisation de l'air aux diverses hauteurs au-dessus du sol. On a reconnu, par ces expériences, que notre atmosphère est presque continuellement chargée d'électricité, la charge du sol étant en général, par beau temps, négative, celle de l'air, au contraire, positive.

La proportionnalité de l'intensité du rayonnement solaire aux phénomènes du magnétisme terrestre m'a donné l'idée d'étudier l'influence du rayonnement sur les aimants. J'ai trouvé par ces recherches un affaiblissement momentané des aimants dû au rayonnement. Cet affaiblissement semblait être analogue à l'affaiblissement des aimants causé par l'élévation de la température, mais quelques expériences concernant l'influence de la lumière du magnésium sur les mêmes aimants m'ont fait soupçonner aussi un effet électromagnétique. Il me semblait, cependant, possible que le rayonnement solaire fût même la source indirecte du magnétisme terrestre. Ce rayonnement serait peut-être l'origine des courants électriques de la Terre.

Les expériences décrites ci-après furent entreprises pour élucider la question de savoir si le rayonnement solaire peut donner naissance à des charges électriques sur les corps exposés au Soleil. Ces expériences furent faites à l'aide d'un électromètre à quadrants du type Dolezalek. L'aiguille de cet électromètre est en papier couvert de feuilles d'étain et suspendue à un fil de quartz qu'on a rendu conducteur en le plongeant dans une solution de chlorure de magnésium. En faisant usage de fils de quartz suffisamment fins, la sensibilité

de cet électromètre peut être augmentée jusqu'à 17 millimètres par millivolt.

L'aiguille de l'électromètre était chargée par une pile à couronne à un potentiel de 89 volts. L'autre électrode de la pile et une paire des quadrants de l'électromètre étaient mises en communication avec la terre, c'est-à-dire au potentiel zéro. L'autre paire des quadrants était en communication isolée avec le disque d'épreuve. Ce disque, en laiton, était suspendu tout près de la lunette d'observation. Les divers corps, exposés au Soleil, furent approchés au-dessous de ce disque et l'on observa la déviation du miroir de l'électromètre. Le signe des charges était déterminé de la manière ordinaire.

Les mêmes corps avaient été étudiés de la même manière déjà avant leur exposition au Soleil. On constatait ainsi que, généralement, ils ne possédaient pas de charges appréciables à l'électromètre employé.

Un morceau de paraffine ainsi qu'une plaque de gutta-percha paraissaient, cependant, faiblement chargés déjà avant leur exposition au Soleil, quoique ces corps fussent restés au moins un an dans l'obscurité avant les expériences. Un bâton de cire à cacheter, exposé à la lumière du jour, avait aussi une faible charge négative avant l'exposition au Soleil. Les charges d'une plaque d'ébonite et d'un bâton de verre n'étaient pas appréciables avant l'exposition de ces corps au Soleil.

Tous ces corps recevaient, exposés au Soleil, des charges électriques. Le morceau de paraffine, la plaque de gutta-percha et le bâton de cire à cacheter devenaient si fortement électriques que l'échelle employée ne suffisait pas pour toutes les mesures. Ces charges, ainsi que la charge faible reçue par la plaque d'ébonite au Soleil, étaient négatives; mais un bâton de verre, dont une moitié était dépolie, et l'autre laissée naturelle, se chargeait positivement au Soleil, indépendamment de la qualité de la surface.

Mes expériences concernant l'influence des rayons solaires sur l'état électrique des métaux ont mis en évidence le fait que c'est une opération aussi délicate de charger les bons conducteurs par les rayons du Soleil que de les charger par frottement. Le métal doit être attaché à un isolateur. Mais il est souvent difficile de distinguer l'effet du métal de celui de l'isolateur. Quelques expériences

faites avec des balles de laiton font voir que le laiton devient chargé négativement sous l'influence de la chaleur. Quelques autres métaux chauffés paraissaient recevoir des charges positives. Généralement, ces charges des métaux étaient bien faibles en comparaison des charges reçues par quelques isolateurs exposés au Soleil.

Je n'ai pas encore fini mes mesures absolues. On voit, cependant, déjà que cet effet des rayons solaires peut servir à mesurer l'énergie de ces rayons.

Les rayons qui causent ces charges électriques se trouvent de préférence dans la lumière du Soleil. Ils passent très bien par la vitre ordinaire, mais la plus légère formation de nuages absorbe une quantité considérable de ceux-ci. J'ai cherché à trouver quelques propriétés radio-actives chez les corps qui deviennent électriques au Soleil, mais ces expériences n'ont pas jusqu'ici donné des résultats décisifs.

La méthode qui consiste à charger les corps par le frottement est la première expérience électrique connue. On a aussi prétendu que c'est seulement par cette méthode, ou par d'autres opérations mécaniques, qu'on peut donner des charges électriques aux corps. Cette question n'est pas cependant élucidée encore. D'une part, plusieurs savants ont rangé les corps dans un ordre tel qu'ils sont positifs quand on les frotte avec ceux qui les suivent et négatifs avec ceux qui les précèdent. Les séries trouvées ainsi par diverses personnes s'accordent en général, mais pas en particulier. D'autre part, la thermo-électricité aussi bien que les phénomènes pyro-électriques trouvés chez quelques cristaux font voir que la température a aussi une influence sur les charges électriques des corps.

Les expériences que je viens de relater paraissent ainsi prouver que l'énergie rayonnante, aussi bien que les autres formes d'énergie, peut donner naissance à des charges électriques. Des expériences ultérieures montreront si tous les corps peuvent se charger au Soleil, et l'on devra spécialement étudier quel est le rôle que joue l'air ambiant sur les corps exposés à la lumière. Il semble, en tout cas, bien probable, que les rayons solaires sont la source de la charge électrique de la Terre, et l'on peut se demander si le Soleil nous donne l'électricité de la même manière qu'il nous donne la chaleur.

II. — LES CORPS RAYONNENT-ILS DE LA LUMIÈRE VIOLETTE ET ULTRA-VIOLETTE À LA TEMPÉRATURE ORDINAIRE ?

Une question qui se rattache par certains côtés à celle que nous venons d'examiner a fait également le sujet de nos recherches.

Quiconque a passé l'hiver dans les pays du Nord se rappellera sans doute la clarté des nuits, même lorsque le ciel est tout à fait couvert par d'épais nuages. On peut, à ce sujet, se demander si c'est la lumière réfléchie des étoiles ou une espèce de rayonnement de la couche de neige qui rend les paysages nocturnes couverts de neige tellement plus clairs que les mêmes paysages avant la chute de la neige.

Ces réflexions m'ont conduit, pendant l'hiver 1893-1894, à faire des expériences sur le rayonnement de la neige. Les résultats de ces recherches ne furent cependant pas décisifs. Mais les travaux de MM. Wilson et Allan sur la radio-activité de la pluie et de la neige m'ont donné l'idée de refaire mes expériences au printemps de 1904.

Une plaque photographique est exposée pendant la nuit dans une caisse spéciale au rayonnement de la neige; elle était cette fois, à sa partie centrale, couverte de plaques séparées de zinc, au lieu du carton employé dans mes expériences antérieures. Les épreuves, révélées au bout de six heures environ de pose, montraient alors une impression bien notable. Soupçonnant plusieurs causes d'erreur, j'ai enfin porté la caisse qui renfermait la plaque sensible, sans l'exposer du tout, dans ma poche, tout à fait comme on l'avait portée autrefois à la place d'exposition. L'épreuve, révélée au bout du même temps, fit voir les mêmes traces, entourant la plaque de zinc et nettement limitées aux contours de celle-ci, que j'avais observées sur les épreuves exposées à la neige. Je refis encore ces expériences en évitant toute lumière dans la chambre obscure, mais le résultat resta le même.

Je plaçais maintenant les plaques de divers métaux sur une plaque photographique et laissais la caisse rester dans la chambre obscure pendant six mois. L'épreuve, révélée au bout de ce temps d'action, indiquait d'une manière frappante que l'action de la plaque de zinc, qui était la plus notable, ne correspondait pas à la longueur du temps de pose.

Cette observation me conduisit à étudier l'influence de la température sur l'action exercée sur la plaque photographique par les divers métaux.

Dans ce but, j'ai fait faire un couple thermo-électrique en forme de bague rectangulaire ($2,8 \times 2,8 \text{ mm}^2$), dont une moitié était d'antimoine et l'autre de bismuth. Ce couple était posé sur une plaque photographique enfermée dans une caisse spéciale de fer-blanc, d'où les fils du couple sortaient seulement. On faisait alors passer un courant électrique de 5 ampères par le couple thermo-électrique pendant un temps variant, dans les diverses expériences, de vingt-cinq à vingt-sept heures. L'épreuve, révélée au bout de ce temps de pose,

montrait de larges traces entourant les contours de la surface inférieure du couple et nettement limitées à ces contours. Ces traces étaient beaucoup plus fortes autour de la moitié de bismuth qu'autour de la partie en antimoine.

L'action sur la plaque photographique était évidemment provoquée par les surfaces latérales du couple.

Pour étudier la cause de l'inactivité du bas du couple, je me décidai à faire l'expérience en suspendant le couple au-dessus de la plaque à une distance de deux millimètres environ. L'épreuve, révélée au bout de vingt-cinq heures de pose, offrait maintenant une tache en forme d'ellipse allongée.

Pour expliquer ces expériences, on doit admettre que l'action des métaux est une fonction de la température. Le couple étant chauffé par le courant, son extrémité inférieure reposait sur la plaque photographique et restait moins chauffée que les autres surfaces libres. En cas de séparation du couple et de la plaque, toutes les surfaces de chaque moitié du couple recevaient la même température et l'action était la même dans chaque direction rectangulaire à l'axe du couple. La photographie obtenue offrait ainsi une section de l'ellipsoïde d'action entourant le couple.

Déjà convaincu de la nature rayonnante de cette action des métaux, je me décidai à refaire mes expériences en employant alternativement des plaques orthochromatiques et des plaques ordinaires, spécialement sensibles aux rayons violets et ultra-violet, mais très peu sensibles aux autres rayons du spectre visible. Le temps de pose restant le même, les épreuves obtenues avec les plaques ordinaires ont toujours montré des impressions beaucoup plus intenses que les épreuves obtenues avec les plaques orthochromatiques. On reconnaît, par conséquent, que l'action des métaux sur la plaque photographique, si elle est due au rayonnement, est provoquée surtout par les rayons violets et ultra-violet, mais pas notablement par les plus longues ondes lumineuses.

Mais on a supposé que cette action des métaux sur la plaque photographique était due aux gaz formés sur leur surface. Pour étudier cette question, je me suis servi de la disposition suivante : Le couple et la plaque sensible étant placés l'un sur l'autre dans une caisse, comme dans mes premières expériences, je faisais passer un courant d'air tout le long de la surface du couple. Le couple était pour cela entouré de trois côtés d'un tuyau en carton, dont le quatrième côté était formé par la plaque photographique même. Un tube qui traverse le couvercle de la caisse et débouche à un bout du tuyau en carton sert à l'entrée de l'air. Un tube égal, à l'autre bout du tuyau en carton, sert à sa sortie.

En cas de formation d'un gaz sur la surface du couple, l'impression produite par ce gaz sur la plaque photographique devrait paraître avancée dans la direction du courant d'air. Mais l'épreuve, révélée au bout du même temps de pose que dans mes autres expériences, ne fait voir aucun avancement de l'impression dans cette direction. Les contours sont, au contraire, aussi nets que sur les autres épreuves.

Cette expérience paraît ainsi montrer que l'impression produite par les métaux sur les plaques photographiques n'est pas due aux gaz formés sur leur surface.

J'ai encore étudié l'influence de l'air ambiant sur l'action des métaux. Au moyen d'une caisse spéciale, où l'on pouvait faire le vide, j'ai pu constater que l'impression de mon couple thermoélectrique sur la plaque photographique n'était pas sensiblement changée quand la pression dans la caisse était de 160 millimètres et le temps de pose de vingt-six heures environ.

Dans les expériences dont j'ai parlé jusqu'ici, le métal a toujours été chauffé par un courant électrique. Mes expériences sur l'activité du zinc porté dans ma poche m'ont cependant conduit à étudier si la seule élévation de la température peut augmenter à ce point l'action des métaux sur la plaque photographique.

Deux tubes en U, l'un en zinc, l'autre en cuivre, étaient pour cela alternativement mis dans la caisse, la partie centrale posée sur la plaque photographique. Un courant d'eau provenant d'un réchauffeur en communication avec la conduite d'eau traversait ces tubes pendant les expériences. En réglant le chauffage et le débit de l'eau, on pouvait bien resserrer les limites de la température du courant d'eau. Quant au tube en zinc, les épreuves révélées au bout de vingt-huit heures de pose montrent des impressions bien intenses, quand la température moyenne du courant d'eau était 42°7 C. Mais, quand cette température était de 7° environ, le même tube en zinc produisait des impressions nulles au bout du même temps de pose.

Le tube en cuivre n'influe pas sur la plaque photographique, quoique la température du courant d'eau fût plus élevée que dans les expériences faites avec le tube en zinc.

Ces expériences prouvent bien que ce n'est pas la chaleur rayonnante qui cause l'action des métaux sur la plaque photographique, quoique cette action soit une fonction de la température.

Les impressions reçues par l'action du couple thermoélectrique antimoine-bismuth sont aussi, comme je l'ai dit déjà, dues à l'élévation de la température, l'antimoine et le bismuth étant tous les deux mauvais conducteurs. C'est ce que prouvent

mes expériences tout à fait semblables, mais faites avec un couple cuivre-zinc, dont la résistance était beaucoup moindre. Ce couple n'a pas influé sur la plaque photographique dans le temps de pose de vingt-six à vingt-huit heures, quoique le zinc soit actif déjà à température ordinaire, si le temps de pose est suffisant.

M. Russell, qui a étudié de préférence l'action des métaux sur la plaque photographique, a donné une explication tout à fait chimique de ce phénomène. Il suppose une formation d'eau oxygénée à la surface des métaux, qui exercerait l'action observée sur la plaque photographique. On a cependant trouvé que cette action s'effectue plus ou moins facilement à travers divers écrans minces (papier, celluloid, gélatine, aluminium, etc.) placés entre le métal et la plaque sensible. On a enfin observé que le phénomène reste le même aussi quand le métal est entouré d'alcool.

Ces expériences portent déjà à croire que le phénomène en question n'est pas d'une nature purement chimique. Les expériences que je viens de relater paraissent prouver que l'action des métaux sur la plaque photographique est due à un rayonnement qui augmente avec la température. Cette action est, selon mes expériences, indépendante de la pression de l'air ambiant et elle est plus forte quand la plaque photographique est spécialement sensible pour les rayons violets et ultra-violets. On est ainsi conduit à se demander si les métaux et peut-être un grand nombre de corps luisent déjà à la température ordinaire, quoique l'absorption dans nos yeux nous empêche de voir cette lumière. On devrait, dans ce cas, admettre que le spectre des divers corps s'étend déjà à la température ordinaire au delà des rayons violets, quoique la partie des « rayons visibles » même ne soit pas encore perceptible.

M. Piltchikoff a, le 14 septembre 1905, au Congrès international pour l'étude de la radiologie et de l'ionisation, présenté une communication concernant « les rayons Moser ». Il désigne sous ce nom toutes les radiations des métaux qui influent sur la plaque photographique, en remarquant que Moser, déjà en 1842, avait eu l'idée d'un pareil rayonnement.

M. Piltchikoff parle des rayons positifs, qui décomposent le bromure d'argent, et des rayons négatifs, qui reconstituent le bromure d'argent dé-

composé par l'action antérieure de la lumière. Il appelle rayons neutres ceux qui sont indifférents par rapport au bromure d'argent, et il range tous les métaux en trois groupes suivant leur faculté d'émettre des radiations positives, négatives ou neutres. Pour expliquer les résultats de ces expériences, M. Piltchikoff admet l'existence de groupes sous-atomiques, c'est-à-dire d'ions lourds avec mouvements lents, se dégageant des surfaces métalliques pendant l'oxydation des métaux et dont l'apparition n'est que l'effet secondaire du processus.

Sans nier la possibilité des effets chimiques et des phénomènes admis par M. Piltchikoff comme effets secondaires, on peut cependant trouver une explication plus naturelle en admettant que les spectres des divers corps ont, à la température ordinaire, leur maximum d'intensité aux différentes longueurs d'onde. M. W. de Abney a, en effet, montré que les ondes lumineuses les plus courtes décomposent le bromure d'argent, mais que les rayons calorifiques reconstituent le bromure d'argent, décomposé par l'action antérieure de la lumière.

On a ainsi, dans chaque spectre, une partie décomposante et une partie reconstituante. Si ces deux parties sont aussi intenses, le corps doit émettre des rayons « neutres ». Si la partie décomposante est plus intense, le rayonnement devient positif, mais, en cas contraire, ce rayonnement est négatif.

L'idée que les spectres des corps solides aussi à la température ordinaire ne sont pas limités par une longueur d'onde déterminée dans la partie calorifique, mais s'étendent, l'intensité allant en décroissant, loin au delà des radiations visibles, est bien conforme à la conception moderne de la Physique. On ne trouve pas de limites brusques dans la Nature.

Aussi la faculté de voir dans l'obscurité, que nous trouvons chez plusieurs animaux, paraît confirmer l'opinion que nous avons exprimée ici, c'est-à-dire que les corps émettent de la lumière déjà à des températures beaucoup plus basses que celles auxquelles cette lumière peut exercer une action sur notre œil défectueux.

G. Melander,

Privat-docent de Physique
à l'Université d'Helsingfors.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Poincaré H., *Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. — Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne. Tome I. — 1 vol. gr. in-8 de 367 pages avec figures. (Prix : 12 fr.) Gauthier-Villars, éditeur, Paris.*

M. Poincaré publiait, il y a quelques années, son grand ouvrage sur les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste. S'attaquant, dans cette œuvre magistrale, à des sujets considérés auparavant comme inaccessibles, l'illustre auteur établissait le manque de convergence des séries de la Mécanique céleste et leur trouvait des propriétés analogues à celle de Stirling. Il arrivait à démontrer l'existence des solutions périodiques du problème des trois corps et celle des solutions asymptotiques, qui se rapprochent ou s'éloignent indéfiniment des premières.

L'importance de ces résultats, au point de vue mathématique pur et au point de vue des applications, est énorme. Ils constituent, dans leur ensemble, une des plus belles conquêtes de la science moderne, et, cependant, de la lecture de l'ouvrage se dégage l'impression que la brèche faite par M. Poincaré dans le repart de difficultés qui environne le problème des trois corps, n'en a pas sensiblement élargi les défenses. Ce problème apparaît comme étant encore beaucoup plus difficile qu'on ne le pensait autrefois, et l'on se rend compte que les moyens analytiques dont on dispose aujourd'hui sont dans l'enfance par rapport à ceux qu'il faudrait posséder pour en obtenir la solution rigoureuse, même dans les cas les plus simples. Aussi, ne saurait-on trop admirer le génie des fondateurs de la Mécanique céleste qui sont venus à bout, au point de vue pratique, de ce problème insoluble.

Il était donc naturel que M. Poincaré, après avoir bâti pour son propre compte, fit connaître l'œuvre de ses devanciers, inventoriât les diverses parties de l'édifice qu'ils ont élevé et en consolidât les points faibles. Tel est l'objet du nouveau volume qui a paru récemment à la librairie Gauthier-Villars, volume qui contient le résumé de leçons faites par l'auteur devant ses auditeurs à la Sorbonne.

L'esprit dans lequel il a été conçu est indiqué, comme il suit, dans la préface : « Je prends le problème à ses débuts, en supposant connus seulement les principes de l'Analyse et de la Mécanique, ainsi que les lois de Kepler et de Newton. Je n'emprunte aux méthodes nouvelles que leurs résultats essentiels, ceux qui sont susceptibles d'une application immédiate, en m'efforçant de les rattacher le plus intimement possible à la méthode de la variation des constantes.

« D'un autre côté, Tisserand s'est constamment préoccupé de reproduire, aussi fidèlement qu'il a pu, la pensée des fondateurs de la Mécanique céleste, et, en effet, son livre nous la rend tout entière sous une forme condensée. Je n'avais pas à refaire ce qu'il avait fait et bien fait.

« J'ai été plus droit au but; le chemin suivi par nos devanciers n'a pas toujours été le plus direct; en pareil cas, j'ai coupé au court; je me privais ainsi de tout ce qu'ils avaient vu en route et qui souvent était plein d'intérêt; mais je n'avais pas à le regretter, puisque Tisserand nous l'avait montré. »

En fait, le mode d'exposition suivi dans le livre sort entièrement des sentiers ordinaires. Il abrège considérablement la route, et le lecteur, guidé par M. Poincaré, arrive à des connaissances nouvelles, de la plus haute

importance, que la façon de procéder d'autrefois n'avait pas permis de mettre en lumière.

L'emploi des équations de la Dynamique, sous la forme Hamilton-Jacobi, et les changements canoniques de variables qui laissent inaltérée la forme des équations, jouent un rôle essentiel dans le cours de l'ouvrage; aussi le volume s'ouvre-t-il par un chapitre consacré à ces questions. L'auteur met ensuite le problème des trois corps en équations et définit la fonction perturbatrice, dans diverses hypothèses. Il étudie le mouvement elliptique, après avoir intégré les équations du problème des deux corps, en suivant la voie tracée par Jacobi, laquelle suppose la connaissance d'une intégrale complète d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre.

Le mécanisme de la méthode de la variation des constantes de Lagrange est ensuite dévoilé au lecteur; puis des considérations élégantes de symétrie font connaître la forme et les propriétés du développement de la fonction perturbatrice. M. Poincaré explique alors comment les équations du mouvement trouble s'intègrent, par approximations successives, et procède à la classification des termes des développements. En quelques lignes, il fait toucher du doigt les termes auxquels correspondent, soit les inégalités à courte et à longue période, soit les inégalités séculaires. A titre d'application, il établit le théorème de Lagrange sur l'invariabilité des grands axes, qui consiste en ce que les perturbations du premier ordre, par rapport aux masses, de ces éléments ne contiennent pas de termes proportionnels au temps. L'auteur revient, du reste, plus loin sur ce sujet, à propos du théorème de Poisson qui complète celui de Lagrange.

La théorie des perturbations séculaires forme la matière d'une grande partie du livre. Considérant d'abord le problème des trois corps restreint, c'est-à-dire le cas où le mouvement képlérien d'une petite planète est trouble par une grosse planète qui décrit, dans le même plan que la première, une orbite circulaire autour du Soleil, M. Poincaré montre que l'introduction des termes séculaires, dans les développements, est uniquement due aux procédés d'intégration et qu'il est possible de les faire disparaître. Il fait ensuite l'étude complète des perturbations séculaires, dans le problème des trois corps, pris dans toute sa généralité, et montre que l'on peut s'en débarrasser, comme dans le cas du problème restreint et par des moyens analogues.

Ce résultat est d'une très grande importance au point de vue de la stabilité du système solaire. On peut en conclure, notamment, que les excentricités et les inclinaisons des grosses planètes, qui sont faibles actuellement, resteront toujours petites, puisqu'elles sont soumises uniquement à de petites oscillations périodiques. C'est un point que Laplace et Lagrange, dans leurs travaux sur ce sujet, étaient loin d'avoir élucidé.

Préoccupé d'arriver au but, par la voie la plus courte, M. Poincaré avance, dans son exposition, sans se soucier des procédés qu'il faudrait mettre en œuvre pour obtenir effectivement les développements dont il a besoin. A la fin de l'ouvrage seulement, il s'arrête un instant sur les moyens pratiques de former directement ces séries, après en avoir étudié les propriétés par des considérations de symétrie. Il termine en exposant succinctement la méthode de Delaunay, qui offre de grands avantages au point de vue des applications numériques et lui sert d'instrument pour faire connaître les particularités du mouvement de la planète Hécube.

Ce volume est, avant tout, un livre de théorie pure;

il n'est nullement rédigé en vue des applications. Fort heureusement, M. Poincaré doit compléter ce qu'il a si bien commencé, afin de mettre son œuvre à la portée des calculateurs, pour le plus grand bien de l'Astronomie.

MAURICE HAMY.
Astronome à l'Observatoire de Paris.

2° Sciences physiques

Colardeau E.J., Professeur de Physique au Collège Rollin. — Approximations dans les mesures physiques et dans les calculs numériques qui s'y rattachent. — 1 vol. in-8° de 373 pages. Vuibert et Nony, éditeurs. Paris, 1906.

Le but de l'auteur a été d'abord de montrer comment doit être conçu l'enseignement de la Physique afin de triompher du premier écueil, l'intransigeance des esprits inexpérimentés, déçus de ne plus rencontrer dans les sciences expérimentales la rigueur absolue à laquelle les a habitués l'éducation mathématique. Il importe de les bien convaincre de l'impossibilité de songer à vivre dans le monde fictif de la rigueur absolue. Il faut bien, à chaque instant, se borner, à son insu, à ce que les sens sont capables d'apprécier, et négliger tout ce qui demeure au-dessous de cette limite. Et, à cet égard, les instruments de physique offrent précisément un moyen de reculer, parfois très loin, cette limite d'appréciation. Il convient donc d'habituer les esprits à se rendre constamment un compte exact de l'ordre de grandeur des quantités négligées, et à juger par eux-mêmes quand ces approximations sont légitimes, quand elles ne troublent en rien l'accord avec ce qui est réellement observable et mesurable. Il faut bien reconnaître que, pour des raisons diverses, ce souci n'est pas toujours suffisamment accusé dans tous les cours de Physique. Et est-ce bien à l'enseignement seul qu'un reproche de ce genre pourrait être adressé? N'existe-t-il pas des travaux originaux quelque peu fautifs au même égard par leur affirmation d'une précision illusoire? Combien exigeraient impérieusement d'être revus! Plus d'un auteur aurait intérêt à se pénétrer du présent ouvrage, dans lequel M. Colardeau a apporté, avec son sens de physicien, son expérience éclairée de l'enseignement. Il connaît l'art d'intéresser en n'hésitant pas, lorsque l'occasion s'en présente, à entrer dans certains développements curieux, bien qu'ils ne semblent pas directement du domaine de la Physique.

Il débute naturellement par l'exposé des modes de calcul les plus rapides. Il rappelle que les opérations abrégées ne conviennent pas seulement pour obtenir une approximation donnée, mais qu'elles conduisent également à l'approximation la plus grande qui soit compatible avec les données du problème. En ce qui concerne les logarithmes, presque toujours les tables à 3 décimales sont largement suffisantes et, quand les données ne comportent que trois chiffres exacts, le simple petit tableau des logarithmes à 3 décimales, ou la règle à calcul, suffisent.

Après une exposition très simple de la théorie des erreurs au début de laquelle le confortateur des chapeliens fournit un exemple curieux, on rencontre, comme applications instructives, les discussions relatives à la méthode de Dumas pour les densités de vapeur, et à la formule complète du pendule. C'est d'ailleurs en se servant des travaux récents sur le pendule et sur la détermination des densités des gaz que, d'une part, il expose les conditions auxquelles doivent satisfaire les mesures expérimentales afin d'équilibrer les données numériques au point de vue de l'approximation, et que, d'autre part, il fait ressortir l'avantage de se placer directement dans les conditions indiquées par la théorie, de manière à éviter les corrections par voie de calcul.

Il passe à l'étude des graphiques et montre leur intérêt multiple. Ils n'apprennent pas seulement à éliminer les erreurs fortuites, à limiter le nombre des

expériences nécessaires, et à conduire au meilleur choix de l'équation empirique de la courbe. L'interprétation d'un graphique permet encore de généraliser les résultats particuliers : c'est ainsi que M. Amagat a vérifié la loi des états correspondants en réduisant optiquement les réseaux d'isothermes relatifs à différentes substances, afin de les ramener tous aux unités qui se rapportent à l'état critique, et en les superposant ensuite par projection. Dans l'inscription des phénomènes météorologiques, tels que les variations barométriques ou magnétiques, les variations accidentelles, accusées par les graphiques directs, s'éliminent dans les graphiques de moyennes, et ce sont ces derniers qui ont permis d'établir l'existence des variations régulières, diurnes ou annuelles. Les graphiques sont encore susceptibles de conduire, d'une manière simple, à la limite d'un phénomène quand l'expérience ne permet pas de pousser jusqu'à cette limite même. Tel est le cas pour la détermination du coefficient d'abaissement moléculaire du dissolvant dans la loi de Raoult, ou pour celle de la température et de la densité critiques de l'acide sulfurique (Cailliet et Mathias). D'autre part, la fixation du point critique de l'eau a été obtenue (Cailliet et Colardeau) en déterminant le point commun d'où doit partir une série de courbes de tensions de vapeur relatives à des densités moyennes peu différentes de la densité critique.

La dernière partie, d'une très grande importance pratique, est consacrée à l'étude systématique des divers instruments de mesure envisagés au point de vue du degré d'approximation qu'ils sont susceptibles de fournir. Elle débute par des considérations générales relatives à la sensibilité et au réglage d'un appareil, à l'élimination des erreurs systématiques : on remarquera, en particulier, la discussion relative aux erreurs d'excentricité et au rôle multiple des effets de parallaxe. L'auteur étudie alors les méthodes classiques d'emploi des différents instruments ; il en fait la critique en s'appuyant sur les valeurs numériques extraites des travaux les plus réputés, et montre ainsi quelles sont les méthodes qu'il convient de préférer. Cette étude porte successivement sur les mesures de longueur, de masse et de temps, sur les mesures angulaires, les mesures de température, de pression, de dilatations, de densités et de calorimétrie. Enfin viennent les problèmes relatifs aux mesures optiques et à l'étude complète des systèmes optiques. Cette instructive revue met bien en évidence les causes qui limitent l'approximation donnée par les instruments. Elle est susceptible par là de guider utilement au début de recherches nouvelles, en indiquant à l'avance le point spécial auquel on devra s'attacher de préférence pour parvenir à reculer les limites de l'approximation obtenue jusqu'alors.

On éprouve le seul regret que l'auteur se soit strictement limité aux questions du programme de Mathématiques spéciales. Il nous doit de poursuivre son œuvre, et d'étendre sa critique aux questions d'optique physique ainsi qu'aux mesures électriques.

E. HAUDÉ.
Professeur à l'École Navale.

Lorenz (Richard), Professeur à l'École Polytechnique fédérale de Zurich, et Hostelet (Georges). — Traité pratique d'Electrochimie. — 1 vol. in-8° de 323 pages avec 75 figures. (Prix : 9 fr.) Gauthier-Villars, éditeur. Paris, 1906.

M. Hostelet a rendu un grand service au public français en nous donnant la traduction du Traité d'Electrochimie de M. Lorenz. Ce livre, en effet, se distingue profondément des ouvrages analogues que nous possédons jusqu'à présent et qui ont un caractère plutôt théorique¹. Ce n'est pas non plus un manuel purement

¹ Citons, par exemple, HOLLARD : Théorie des ions et de l'électrolyse; MULLER : Lois fondamentales de l'Electrochimie; LE BLANC : Traité d'Electrochimie (traduction de Ch. Marie).

expérimental, tel que ceux d'Oettel et d'Elbs. Il unit les qualités essentielles de ces deux sortes d'ouvrages en nous présentant simultanément la théorie des phénomènes électrochimiques et les exercices pratiques correspondants, dont l'exécution est indispensable à qui désire approfondir les faits souvent très complexes de l'électrolyse.

Nous ne voulons pas dire par là que le nouveau livre pourrait remplacer tout à fait les traités théoriques, car l'exposé y est nécessairement assez succinct et ne convient, à notre avis, qu'aux personnes qui possèdent déjà quelque connaissance des lois générales de la Chimie physique et de l'Électrochimie. Cette remarque s'applique principalement aux compléments fort intéressants, mais quelque peu abstraits, dus à la plume de M. Hostelet (mécanique chimique, polarisation...).

Les chapitres principaux sont groupés sous les rubriques suivantes, qui donnent une idée de la variété des sujets traités : Lois et notions fondamentales, principales réactions électrochimiques, notions générales de mécanique chimique, dissociation électrolytique des solutions aqueuses, forces électromotrices et tensions de polarisation, analyse électrochimique, production électrochimique des corps.

Les exercices pratiques corrélatifs sont au nombre de soixante-cinq; ils comprennent tous les cas susceptibles d'intéresser l'électrochimiste.

En résumé, le livre de MM. Lorenz et Hostelet ne saurait être trop recommandé aux étudiants qui, avant d'aborder des travaux originaux, veulent avoir une idée précise des problèmes nombreux et suggestifs de l'Électrochimie actuelle.

P.-TH. MULLER,
Professeur à l'Université de Nancy.

3° Sciences naturelles

Sampaio (Alfredo da Silva), *Directeur du Poste météorologique d'Angra*. — *Memoria sobre a ilha Terceira*. — 1 vol. gr. in-8° de 878 pages. Imprimerie Municipale, à Angra, et Librairie Bertrand, rue Garrett, Lisbonne.

M. E. Bouvier, en promenant récemment les lecteurs de la *Revue* à travers l'archipel des Açores¹, montrait tout l'intérêt que présentent pour le savant ces îles généralement délaissées. Le gros ouvrage que M. Alfredo da Silva Sampaio vient de consacrer à l'une d'entre elles, l'île de Terceira, nous confirme dans cette idée. L'auteur s'est attaché à faire l'étude complète de cette région, où il a vécu de nombreuses années, et c'est le fruit de longues et patientes investigations, réunies aux données de quelques naturalistes étrangers qui ont visité les Açores, qu'il livre aujourd'hui au public.

Dans une première partie, consacrée à la géologie, il admet que Terceira, comme les autres îles açoriennes, a été édifiée par des éruptions volcaniques sous-marines, relativement récentes. On y rencontre trois sortes de terrains éruptifs qui constituent toute l'île : des trachytes anciens, puis des basaltes plus récents superposés, et enfin une énorme formation trachytique très épaisse qui recouvre le tout. L'auteur termine par une revue des manifestations volcaniques et sismiques pendant la période historique; la dernière remonte à 1867.

Les deux parties suivantes sont consacrées à la flore et à la faune de l'île, dont M. Sampaio donne le catalogue complet; il s'est basé, pour la flore, sur les recherches de ses prédécesseurs, Seubert, Drouet, Watson, Godman et Trelease, qu'il a pu compléter sur plusieurs points; pour la faune, il utilise les indications déjà données par Godman, Drouet, Morelet et le Prince de Monaco.

La quatrième partie, intitulée : Topographie, donne la description géographique de l'île : montagnes, côtes, villes et villages avec leurs principaux édifices et leurs institutions, caractères et coutumes des habitants,

agriculture, commerce et industrie, instruction publique et hygiène générale.

Les principales cultures de l'île sont le blé, le millet, la vigne, les légumineuses et le lin; elles alimentent un commerce actif d'exportation qui se fait surtout vers l'Angleterre, puis vers le Portugal.

Enfin, une dernière partie est consacrée à l'histoire politique de Terceira.

Cette belle monographie fait le plus grand honneur à M. da Silva Sampaio.

L. BRUNET.

Loeb (Jacques), *Professeur de Physiologie à l'Université de Californie*. — *Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen*. — 1 vol. in-8° de 324 pages avec 61 figures. (Prix : 12 fr. 30.) Leipzig, J. A. Barth, 1906. — *Edition anglaise* : *The Dynamics of living Matter*. — 1 vol. in-8° de 233 pages. (Prix : \$ 3.) New-York, The Columbia University Press, The Macmillan Company, 1906.

Le présent volume a comme base une série de huit conférences faites à Columbia University au printemps de 1902, et destinées à présenter les recherches de l'auteur sur les forces de la matière vivante et les vues auxquelles il a été amené; mais le livre est plus complet et donne une vue générale du champ de la Biologie expérimentale; il peut être considéré comme un résumé des *Studies in Physiology*, analysées dans cette *Revue* (15 septembre 1905, p. 786). Dans le présent compte rendu, je me suis attaché à donner l'opinion du savant biologiste sur un certain nombre de sujets intéressants et à l'ordre du jour.

Les organismes vivants sont des machines chimiques, formées essentiellement de matières colloïdes, qui possèdent la propriété de se développer, de se préserver et de se reproduire automatiquement, ce qui les différencie de toutes les machines créées par l'homme. Cependant, rien ne permet de nier la possibilité de fabriquer un jour de la matière vivante; bien entendu, il ne suffira pas de créer de la substance protéique ou des conformations analogues à des cellules pour résoudre le problème; il faudra que ces créations possèdent la triple propriété caractéristique.

La substance des organismes vivants est essentiellement colloïdale; les liquéfactions des gels et les coagulations des sols jouent probablement un grand rôle dans les manifestations physico-chimiques de la vie; mais la connaissance des substances colloïdes est trop peu avancée pour qu'on en tire un parti bien utile pour la compréhension des phénomènes vitaux. Loeb résume ses travaux bien connus sur la fécondation; il montre que l'effet fertilisant du spermatozoïde peut être imité en immergeant certains œufs pendant une minute dans de l'eau renfermant une certaine quantité d'un acide gras, ou pendant une demi-heure dans de l'eau de mer concentrée. L'hérédité des premiers stades de l'embryogénie est exclusivement déterminée par l'œuf (l'œuf d'Oursin fécondé par du sperme d'Astérie se développe toujours en un *Pluteus*), mais cette prédominance de la cellule femelle par rapport à la cellule mâle diminue et s'efface totalement au cours du développement.

Loeb accepte complètement la théorie mendélienne de l'hérédité et la théorie de la mutation de De Vries, et fait ressortir l'harmonie qui existe entre les bases de l'une et de l'autre; chaque caractère individuel d'une espèce donnée est représenté par un déterminant précis dans le plasma germinatif, déterminant qui est sans doute un composé chimique défini; on comprend très bien que la variation ne peut s'opérer que par sauts ou mutations; il ne peut y avoir de passage gradué entre deux mutations d'un même déterminant, pas plus qu'entre un alcool et son voisin dans une série chimique. Ce qui limite le nombre des espèces produites en nombre par la mutation n'est pas la sélection naturelle, mais bien l'organisation intime des formes nouvelles, défectueuse ou progressive par

¹ E. BOUVIER : L'archipel des Açores, dans la *Revue* du 15 octobre 1906.

rapport au milieu; en d'autres termes, les mutations se font au hasard, sans direction définie, et leur persistance est purement une affaire de chance.

Le sexe est probablement déterminé dans l'œuf non fécondé ou au plus tard immédiatement après la fécondation. La maturité sexuelle est tôt ou tard suivie de la mort; on ne sait trop si celle-ci est déterminée automatiquement par les phénomènes qui précèdent, c'est-à-dire par la maturation des produits sexuels, comme le développement de l'œuf est déterminé automatiquement par l'entrée du spermatozoïde; le fait que les animaux supérieurs semblent mourir d'infections bactériennes qui suppriment des organes indispensables, et que certaines plantes, telles que le *Sequoia*, plus indépendantes des bactéries, peuvent atteindre un âge fabuleux, rend incertaine la réponse à cette question. Toujours est-il que, chez l'Asclérie, l'œuf mûr, s'il n'est pas fécondé, meurt rapidement, tandis que l'œuf fécondé continue à vivre; pour cet œuf, la fécondation est un acte qui sauve sa vie.

Les phénomènes d'auto-régulation des organismes sont dirigés par des mécanismes automatiques, dénommés instincts ou volontés, suivant qu'ils sont ou non conscients; l'analyse des actions instinctives les ramène aux tropismes, c'est-à-dire à l'orientation automatique dans un champ de force, dirigée vers le centre ou s'écartant du centre. Quant à la conscience, Loeb la considère comme la fonction d'un mécanisme défini, qu'il appelle le mécanisme de la mémoire d'association, localisée chez les Vertébrés dans les hémisphères cérébraux; chez les animaux qui possèdent le mécanisme de la mémoire d'association, un certain nombre de processus réglés automatiquement (respiration, par exemple) peuvent devenir conscients; mais, chez ceux qui ne possèdent pas ce mécanisme, il ne peut y avoir de conscience d'aucune sorte. Il est possible que le mécanisme de la mémoire d'association dépende en partie des propriétés et activités des matières grasses des hémisphères cérébraux, telles que les lipides des cellules nerveuses. Les réponses tropiques des animaux et des plantes sont essentiellement similaires, et peuvent être ramenées à l'effet de forces physico-chimiques, au moins pour l'héliotropisme, le galvanotropisme et le chimiotropisme; l'explication est un peu plus difficile en ce qui concerne le géotropisme et le stéréotropisme. La possibilité de provoquer ces réactions par des moyens chimiques, l'apparente inutilité de beaucoup d'entre elles, et le fait que certaines ne peuvent jamais servir dans la nature (galvanotropisme, par exemple), tendent à montrer que les tropismes n'ont pu être acquis par la voie de la sélection naturelle.

L. CRÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences
de Nancy.

4° Sciences médicales

Duret (Dr R.). *Ex-Chirurgien des Hôpitaux de Paris, Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté libre de Lille.* — **Les Tumeurs de l'Encéphale.** — 1 vol. gr. in-8° de 835 pages avec 297 fig. (Prix : 20 fr.) Alcan, éditeur. Paris, 1906.

Il est impossible d'analyser le gros volume que vient de publier M. Duret sur les tumeurs de l'encéphale. On y trouve un nombre considérable de documents sur la séméiologie générale des tumeurs de l'encéphale, sur les manifestations localisées auxquelles elles peuvent donner lieu, sur leur diagnostic et sur leur traitement. Ce dernier chapitre, qui contient l'historique, les indications, les procédés opératoires et les résultats obtenus, repose sur 400 cas de tumeurs opérées, analysés et réunis en tableaux par l'auteur. C'est dire tout

l'intérêt que présente, spécialement au point de vue documentaire, cet important travail pour les chirurgiens qui s'intéressent à la chirurgie cérébrale, un peu trop délaissée dans notre pays. 300 figures, relatives aux néoplasmes des différentes régions de l'encéphale, contribuent à relever la valeur de ce traité.

Dr H. HARTMANN,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.
Chirurgien des hôpitaux.

Proust (R.). *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Traitement de l'Hypertrophie prostatique par la Prostatectomie.** — 1 brochure gr. in-8° de l'Œuvre médico-chirurgicale, avec 21 figures dans le texte. (Prix : 1 fr. 25.) Masson et Co, éditeurs. Paris, 1906.

Tous les chirurgiens, et particulièrement les chirurgiens qui s'occupent spécialement des organes génito-urinaires, connaissent les beaux travaux de M. R. Proust sur l'anatomie de la prostate et sur la prostatectomie. M. R. Proust a été un des premiers à préconiser et à vulgariser cette opération. La valeur de la prostatectomie dans le traitement de l'hypertrophie de la prostate n'est plus discutée aujourd'hui. L'extirpation de la glande est admise maintenant comme le traitement rationnel de l'hypertrophie; elle tend de plus en plus à devenir une méthode d'application courante; on ne se demande plus si l'on peut prostatectomiser, mais quand et comment on doit le faire.

M. R. Proust résume aujourd'hui en une monographie clinique tout le traitement de l'hypertrophie prostatique par la prostatectomie. Il établit nettement, avec nombreuses figures à l'appui, quelles sont les indications de l'opération, comment l'opération doit être conduite suivant qu'on adopte la *méthode périnéale* ou la *méthode transvésicale*. La brochure se termine par un parallèle des plus instructifs entre ces deux méthodes.

Dr P. DESFOSSES.

5° Sciences diverses

EXPOSITION COLONIALE DE MARSEILLE. — **Les Colonies françaises au début du XX^e siècle. Cinq ans de progrès.** — T. III. *Indo-Chine*, par P. GIRBAL; *Inde*, par P. ROLLAND; *Nouvelle Calédonie et Établissements d'Océanie*, par H. BARRÉ; *Guyane*, par H. PELLISSIER; *Antilles*, par R. de BÉVOTTE; *Saint-Pierre et Miquelon*, par G. DARBOUT. — 1 vol. gr. in-8° de 334 pages. Barlatier, imprimeur-éditeur. Marseille, 1906.

Malgré la proximité de l'Exposition Universelle de 1900, qui donna lieu à plusieurs séries de publications coloniales, l'Exposition de Marseille, spécialement destinée à mettre en lumière la valeur relative de nos diverses possessions, ne pouvait aller sans des notices d'ensemble consacrées à chacune d'elles. Ces notices forment un bel ouvrage en 3 volumes. En ce qui concerne le tome III, il me paraît avoir été heureusement conçu, en ce sens qu'à la différence de certaines monographies de 1900, les auteurs ont laissé beaucoup moins de place à la géographie proprement dite et à l'histoire qu'aux questions de colonisation et de mise en valeur. Cette constatation s'applique particulièrement à la longue et substantielle notice rédigée sur l'Indo-Chine par M. Girbal, professeur au Lycée et à l'École supérieure de Commerce de Marseille; elle est très méthodique, et ne laisse dans l'ombre aucun des problèmes qui concernent les rapports actuels et possibles des indigènes avec les blancs.

J. MACHAT,
Docteur ès lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

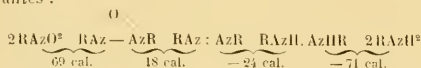
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 Novembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. S. Lattès communique ses recherches sur les courbes qui se reproduisent périodiquement par une transformation $(X, Y; \lambda, \lambda', \mu)$. — M. L. Remy démontre que toute surface du quatrième ordre qui admet quatre plans tangents chacun le long d'une droite est hyperelliptique. — M. P. Chofardet adresse ses observations de la comète 1906 *g* faites à l'équatorial coulé de l'Observatoire de Besançon.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Becquerel donne une théorie des phénomènes magnéto-optiques qu'il a observés dans les cristaux. — M. P. Gaubert a reconnu qu'un cristal de nitrate de plomb contenant du nitrate de baryum, et réciproquement, n'est pas homogène malgré sa transparence et sa limpidité; il est constitué par le groupement de pyramides de composition variable et présente, en somme, la structure dite en sablier. — M. P. Lemoult a déterminé la chaleur de combustion et de formation de quelques composés cyclohexiques azotés. La transformation d'un composé nitré en amine donne lieu aux évolutions thermiques suivantes :



— M. Ch. Moureu et R. Biquard ont fractionné les gaz rares contenus dans les eaux minérales par la méthode au charbon refroidi de Sir J. Dewar. Pour 100 centimètres cubes de gaz naturel brut, ils ont trouvé 0,613 d'He à Eaux-Bonnes, 0,91 à Saint-Honoré, 1,06 à Nérès et 5,34 à Maizières. — MM. M. Kaufmann et H. Magne ont constaté que, dans la mamelle en repos complet, la consommation de glucose est sensiblement la même que dans la tête; dans la mamelle en activité sécrétoire, elle est beaucoup plus forte, ce qui est favorable à la théorie de la transformation du glucose en lactose par la mamelle en activité.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. G. Arthaud a reconnu expérimentalement que le rapport $\sqrt{H/p}$, où H est la pression maxima du sang et p le nombre de pulsations, peut servir de mesure aux variations de la masse du sang chez l'homme. — MM. M. Piettre et A. Vila décrivent une technique simple et nouvelle pour l'isolement du stroma des globules rouges. — MM. G. Küss et Lobstein ont constaté que l'anthraxose pulmonaire physiologique est due à la pénétration directe des poussières fines de charbon dans les alvéoles pulmonaires; l'ingestion du noir de fumée ne produit qu'une anthraxose insignifiante ou nulle. — M. Ch. Fouquet a observé la présence du *Spirochaete pallida* dans le testicule d'un nouveau-né hérédo-syphilitique. Le spirochète peut donc se trouver dans tous les organes. Il y aurait intérêt à soumettre au traitement spécifique tous les enfants issus de parents syphilitiques. — M. R. Minkiewicz a reconnu que tout rayon chromatique a une action spécifique sur les animaux sensibles, mais que l'action de la lumière blanche n'est pas une simple résultante d'un mélange mécanique d'actions de tous les rayons possibles du spectre. — MM. A. Comte et C. Vancy ont observé que l'*Amphipheles maculipennis* est très abondant dans la région lyonnaise (marais des Dombes et de l'Isère) et même dans la ville de Lyon. — M. Grand'Eury attribue un certain nombre d'inflor-

ences à graines du Culm et du terrain bouillier à des fougères observées dans les mêmes couches. — M. L. de Launay a étudié la Dobrouda bulgare au point de vue hydrologique. La rareté de l'eau superficielle y est due à l'existence de calcaires fissurés qui laissent fuir l'eau en profondeur.

Séance du 26 Novembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Em. Picard expose ses recherches sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles par les valeurs des dérivées normales sur un contour. — M. J. Clairin étudie les équations aux dérivées partielles de second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre pair de transformations de contact. — M. J. Le Roux montre qu'il existe une relation étroite entre la méthode d'Euler et celle de Lie pour l'intégration des équations différentielles. — M. P. Duhem a recherché l'origine du principe employé en Statique par Torricelli; il se rattache à la doctrine d'Albert de Saxe, à peine modifiée par Copernic. — M. Ch. André montre que la concordance la plus complète entre les heures observées en un même lieu pour le même contact, dans une éclipse totale de Soleil, par deux observateurs différents, ne prouve point que cette heure soit celle du contact réel. Il faut lui ajouter une correction qui dépend de l'observateur et de l'ouverture libre employée. — M. R. Cirera a déterminé les coordonnées du nouvel Observatoire de l'Ebre : 1^o au moyen d'observations directes; 2^o par différence, relativement à celles de la cathédrale de Tortosa, établies lors de la triangulation exécutée pour la mesure de la méridienne de France. Les résultats obtenus par la première méthode montrent que les coordonnées de Tortosa sont entachées d'une petite erreur.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. M. Coste a observé qu'au point de vue de la conductibilité électrique la lumière produit sur le sélénium le même effet qu'une élévation de température; un échantillon de Se possédant une grande conductibilité résiduelle est insensible à l'action de la lumière. — M. G. Gain, en calculant la métavanadate d'ammonium à basse température, puis agitant la poudre formée avec une dissolution de SO_2 à l'abri de l'air, a obtenu un sulfite $2\text{V}^{5+} \cdot 3\text{SO}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, qui, à l'ébullition, perd SO_2 et dépose une poudre cristalline d'acide hypovanadique hydraté $\text{V}^{5+} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. — M. G. Urbain a reconnu que la phosphorescence de la chlorophane est due à la présence de traces de terres rares : Sa, Tb, Dy, Ga. Il a préparé, au moyen de mélanges de chaux pure et de ces terres rares pures, des fluorures présentant la même phosphorescence que la chlorophane. — MM. A. Hailer et Youssoufian, par l'alcoulyse méthylique du beurre de coco, ont obtenu et isolé par distillation fractionnée les caproate, caprylate, caprate, laurate, myristate, palmitate, stéarate et oléate de méthyle. — M. M. Sommelet, en faisant réagir le cyanure de mercure ou d'argent sur l'éther-oxyde chlorométhyléthylique et ses homologues, a obtenu les éthers-oxydes du nitrile glycolique $\text{ClHFO} \cdot \text{ClH} \cdot \text{CAz}$ et ses homologues. — M. E. Chablay, en faisant réagir le sodammonium sur l'alcool cinnamique à -80° , a obtenu le phénylpropène, Eb. $163^\circ-170^\circ$, et l'alcool phénylpropylique, Eb. $236^\circ-237^\circ$. — M. D. Gauthier, en traitant les éthers-oxydes monochlorés $\text{RO} \cdot \text{ClH} \cdot \text{Cl}$ par le cyanure mercurique ou le cyanure cuivreux, a préparé les oxynitriles $\text{RO} \cdot \text{ClH} \cdot \text{CAz}$. — M. G. Bertrand a isolé des graines de vesce un glucoside cyanhydrique nouveau, la *vicianine*, cristallisant en aiguilles inco-

lores, F. 160°, lévogyre, $\sigma_D = -20^\circ 7$. — M. N. Gréhan a transformé son eudiomètre à eau en grisomètre, en faisant passer plusieurs centaines de fois le courant, ce qui lui permet de doser avec cet appareil des mélanges de formène ou d'oxyde de carbone et d'air.

3^e SCIENCES NATURELLES. — M. G. Marinesco a examiné les centres nerveux d'animaux soumis à l'insolation et ayant succombé avec une température rectale de 47°. Ils présentent tous des lésions profondes des cellules nerveuses de l'axe cérébro-spinal, qui doivent être considérées comme la cause de la mort. — M. Marage a constaté que les poissons n'entendent pas les vibrations des voyelles synthétiques transmises dans l'intérieur de l'eau avec une énergie capable d'impressionner des sourds-muets regardés comme sourds complets. Il est donc peu probable qu'ils entendent la voix humaine ordinaire, les vibrations passant très difficilement de l'air dans l'eau. — M. A. Polack montre que le pigment jaune de la macula absorbe les radiations très réfrangibles dans la zone où l'acuité visuelle est grande et réduit ainsi sensiblement les effets de la dispersion chromatique de l'œil. — M. N. Vaschide a constaté que la privation de sommeil provoque un abaissement constant et sensible de la température, plus marqué pour la température périphérique, moindre pour la température rectale. — M. H. Piéron : Le rôle de l'olfaction dans la reconnaissance des fourmis (voir plus loin). — M. C. Gerber : Action de l'*Eriophyes passerinae* sur les feuilles de *Gardia hirsuta* voir p. 1039. — M. S. Leduc a observé, dans les cellules artificielles qu'il a préparées avec des granules de sulfate de cuivre, des phénomènes de nutrition par intussusception, d'organisation et de croissance. — MM. L. Mangin et P. Hariot ont observé une maladie de l'*Abies pectinata*, caractérisée par la coloration rouge d'une partie des feuilles. On trouve sur les arbres atteints plusieurs variétés de champignons, dont plusieurs nouvelles : *Rhizosphaera Abietis*, *Macrophoma Abietis*, *Menoidea Abietis*. — M. W. Lubimenco a reconnu que l'appareil chlorophyllien des différentes plantes est adapté aux diverses intensités lumineuses qui se produisent dans la Nature. La concentration du pigment vert dans les grains de chlorophylle, étant variable, fournit l'un des procédés par lesquels cette adaptation peut s'effectuer. — M. A. Guillaumond a poursuivi l'étude des granulations des Graminées et de leur évolution au cours de la germination; elles jouent un rôle important dans la nutrition de l'embryon. Ce sont probablement des produits de réserve.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 20 Novembre 1906.

MM. N. Gréhan et Ch. Monod présentent respectivement les Rapports sur les concours pour le prix Baignet et Chevilhon. — MM. Coyne et Cavalé signalent dans les infections dentaires, lorsque l'ivoire et surtout la pulpe sont atteints, deux processus réactionnels : la réaction odontoblastique, caractérisée par la production de dentine, dite secondaire, en regard du territoire envahi par l'infection, soit dans la cavité pulpaire, soit dans l'épaisseur de l'ivoire, et la réaction odontoclastique, dans laquelle les tissus durs dentaires sont détruits avec une rapidité variable par des éléments cellulaires géants, migrants, comparables aux ostéoclastes. Ces réactions représentent deux manifestations des propriétés vitales de la dent envahie par l'infection; elles font des lésions de l'ivoire une véritable maladie, que l'auteur appelle *dentinite*, et dont les microorganismes sont les agents étiologiques principaux. — M. Cornil propose l'institution d'une Commission permanente du cancer au sein de l'Académie. — M. Hallopeau montre que les leucoplasies qui précèdent le cancer sont le plus souvent d'origine syphilitique. Elles peuvent être prévenues dans une grande mesure par le traitement spécifique.

Séance du 27 Novembre 1906.

M. E. Roux présente le Rapport sur le concours pour le prix Audiffred. — MM. Kelsch et Tanon ont vérifié que le vieillissement débarrasse rapidement la pulpe vaccinale glycinée de ses germes adventices. D'ailleurs, les pulpes recueillies dans de bonnes conditions sont généralement très pauvres en microbes dès le début; fréquemment, les échantillons sont stériles dès le début. — M. A. Fournier montre que, parmi les sujets atteints de cancer buccal et tout spécialement de cancer lingual, considérable est la fréquence des antécédents de syphilis. Le cancer de la langue est presque toujours un cancer de syphilitiques grands fumeurs. La syphilis n'aboutit que rarement d'une façon directe au cancer; la règle, c'est qu'elle n'y aboutisse que par l'intermédiaire d'une lésion spéciale, la leucoplasie. Il en résulte pour le syphilitique le devoir de chercher à se débarrasser des dangers d'avenir par un traitement préventif et surtout en évitant les abus de tabac.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 10 Novembre 1906.

M. Y. Mouniélan a observé, dans le protoplasme des cellules nerveuses des ganglions cérébro-spinaux et sympathiques d'animaux atteints de la rage des rues et de la rage à virus fixe, des corpuscules qui se colorent en rouge, identiques à ceux de Negri. — M. J. Beauverie a constaté la présence, dans les réserves des graines, de corpuscules à propriétés métachromatiques généralement fort abondants, et dont les globules des grains d'aleurone ne sont qu'un cas particulier. — MM. H. Iscovesco et Monier-Vinard ont soumis à la dialyse le liquide d'une péritonite tuberculense à forme caséuse et ont obtenu, aux différents stades de la dialyse, des globulines de signes électriques différents. — MM. A. Imbert et L. Gagnière décrivent leur méthode d'enregistrement des soulèvements ergographiques sur cylindres tournant rapidement. — M. G. Marinesco montre que les cellules qu'il appelle apoptotiques prennent une part essentielle à la constitution du névrome et de la cicatrice dans la régénérescence nerveuse. — MM. G. Marinesco et J. Minéa ont constaté que, dans le bout central d'un nerf, il se passe des phénomènes de régénérescence très intéressants vingt-quatre heures après la section du nerf. — M. H. Piéron a fait de nouvelles expériences qui démontrent la généralité du fait que les fourmis se reconnaissent à leur odeur propre, l'antenne étant l'organe probable et peut-être exclusif de l'olfaction. — M. V. Gillot a reconnu que l'Échinatozoaire reste vivant dans les vaisseaux des cadavres des paludiques pendant plus de vingt-quatre heures. — MM. M. Gompel et V. Henri ont recherché par la spectrographie l'argent qui peut se trouver dans le sang et les tissus après l'injection d'argent colloïdal; l'argent colloïdal à petits grains injecté dans une veine persiste dans le sang après vingt-quatre heures; ingéré, il est absorbé en partie et pénètre dans l'organisme. — MM. Cl. Regaud et J. Blanc ont constaté que l'apparition de monstruosités dans les spermies à la suite de l'exposition aux rayons X a son origine dans des anomalies de la karyokinese des spermatoocytes de deuxième ordre. La cause perturbatrice survit à l'irradiation. — M. J. Jolly a observé quatre espèces de Mammifères (rat, chat, porc, sanglier) où les globules rouges nucléés peuvent persister jusqu'à l'époque de la maturité sexuelle et même pendant l'âge adulte. — M. E. Fauré-Frémiet montre que le *Nematoda oxyndria* décrit par R. Sand est un Tintinnoidien déjà connu, le *T. ingulturnum*. — M. A. Mayer a observé que les albuminoïdes à fonction acide faible forment avec l'ovalbumine des complexes colloïdaux insolubles dans l'eau, solubles dans les solutions d'électrolytes dilués, surtout dans les bases; ces complexes redissous sont coagulables par la chaleur entre 65° et 72°. — M. H. Hérissay a constaté

l'existence de la prulaurasine dans le *Cotonaster microphylla* Wall. — M. O. Remaud a reconnu que beaucoup de plantes de la famille des Renonculacées renferment des glucosides dédoublables par l'émulsine; la plupart également possèdent un ferment ayant les propriétés de l'émulsine. — M. G. Patein montre que la séruglobuline précipitable par neutralisation du sérum sanguin de l'homme est une substance spéciale, contenant S et pas de P, constituée par deux globulines différant par leur solubilité dans NaCl. — M. Em. Danjou a constaté la présence, dans le *Vilturnum Tinus* L., d'un glucoside qui est dédoublé par l'émulsine en donnant de l'acide valérienique. — MM. Weill-Hallé et H. Lemaire ont reconnu qu'un antisérum agissant sur un sérum antitoxique produit un précipité qui semble entraîner une partie plus ou moins grande de la substance antitoxique, dont il peut être débarrassé par un lavage prolongé. — M. F. Viès a étudié la structure et les affinités du *Trypanosoma Italiani* Certes; il paraît n'être ni un Spirille franc, ni un Spirochète net. — MM. L. Bernard et Bigart ont observé l'existence de lésions surrénales au cours de l'intoxication biliaire, traduisant surtout une certaine excitation cellulaire dans l'intoxication aiguë, et l'hypopépinéphrie dans l'intoxication chronique.

M. Nageotte est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 17 Novembre 1906.

MM. L. Bernard et Salomon ont étudié les effets des inoculations intra-vasculaires de bacilles de Koch associées à la ligation d'un uretère; on peut obtenir des lésions tuberculeuses des deux reins, du rein non ligaturé seulement ou du rein ligaturé seulement. — MM. E. Louise et Moutier ont constaté que le placenta est perméable au mercure administré à la mère sous forme d'injections intra-musculaires de mercure-phényl; les organes des petits sont imprégnés de mercure. — MM. P. Bouin, P. Anceel et F. Villemin ont observé que l'application prolongée des rayons X sur l'ovaire de la lapine a pour résultat de provoquer l'atrophie des ovocytes et des follicules de de Graaf et d'empêcher la formation des corps jaunes; la glande interstitielle reste intacte. — M. Cl. Gautier a reconnu que le pigment vert des corons de *Saturnia Yama-Mai* est soluble à froid dans l'alcool éthylique; le spectre de la solution est semblable à celui des chlorophylles alcooliques des feuilles de chêne. — M. G. Bohn a remarqué que les courbures que présentent, sous l'influence de la lumière, la longue colonne de l'*Actinobolba dianthus* ne deviennent stables qu'après une série plus ou moins longue de rotations ou d'oscillations. — M. E. Couvreur a constaté qu'il y a pendant la nymphose (probablement par voie phagocytaire) destruction des microorganismes normaux du ver. — MM. A. Brisse-moret et R. Combes ont différencié deux phases dans l'action physiologique des glucosides de cyanals: 1° une phase d'irritation gastro-intestinale; 2° une phase d'intoxication érythridique vraie. La première se produit seule quand la dose ingérée est faible. — M. C. Gessard a constaté que le sérum d'un lapin ayant reçu de l'extract de malt sous la peau possède des propriétés antiperoxydasydiques et antiamaïasiques. — MM. A. Fernbach et J. Wolff ont trouvé que le sérum précédent renferme aussi une anti-amylcoagulase. — M. R. Gaultier signale la possibilité d'une sorte de diabète grassex d'origine pancréatique, caractérisé par la production d'ascites grasses. — M. Cl. Regaud estime que la rétraction et la fasciculation des spermies sont bien des phénomènes réels et actifs, causés par l'attraction et le rapprochement entre les noyaux de Sertoli et les têtes des spermies. — M. H. Piéron signale quelques exceptions et variations dans le processus de reconnaissance olfactive des fourmis; tout-fois, l'olfaction semble bien jouer le principal rôle. — MM. V. Henri et A. Mayer exposent un plan de recherches nouvelles sur les colloïdes. — M. A. Mayer a reconnu que, si un colloïde ne peut

demeurer en suspension ultramicroscopique qu'en présence d'une base faible (ou d'un acide faible), l'addition d'un colloïde positif (ou négatif) ou d'un colloïde qui ne peut demeurer en suspension qu'en présence d'un acide faible (ou d'une base faible) amènera la formation d'un complexe, qui précipitera pour certaines proportions des composants. — M. G. Rosenthal montre qu'en employant un tube étroit, on peut cultiver aéro-biquement des microbes dits à tort anaérobies stricts. — MM. E. Bourquelot et E. Danjou ont constaté que le formol, à la dose de 1 % et même moindre, empêche toute action de l'émulsine; l'aldéhyde acétique ne produit le même résultat qu'à la dose de 10 %.

Séance du 24 Novembre 1906.

M. Ch. Dhéré décrit les spectres d'absorption des solutions d'ovalbumine de poule et de sérum-albumine de cheval cristallisées. — M. E. Faure-Frémiet a étudié les Vorticellides commensales des Insectes aquatiques des étangs et mares des environs de Paris. Les commensaux spécifiques d'un insecte donné se retrouvent en général avec une grande fixité de caractères. — M. F. Moutier a observé l'influence de la saignée séreuse sur la formule sanguine dans la pleurésie tuberculeuse. La quantité et la qualité des leucocytes ne sont pas modifiées d'une façon appréciable; le chiffre des globules rouges augmente plus ou moins vite. — M. A. Gautier estime que, dans les recherches sur les complexes colloïdaux d'albuminoïdes, il faudrait s'astreindre à bien définir chaque fois les composants albumineux ou salins des complexes insolubles formés. — M. P. Carnot a constaté que le sérum sanguin des animaux dont certain organe est en voie de régénération, injecté à un animal neuf, provoque chez celui-ci une hyperplasie ou une prolifération du même organe. — MM. Ch. Achard, R. Demanche et L. Faugeron ont étudié l'élimination rénale du bleu de méthylène pendant le jour et la nuit. Chez les malades couchés nuit et jour, elle peut être plus forte le jour ou la nuit; chez les sujets qui se lèvent une partie du jour, l'élimination de la nuit l'a constamment emporté sur celle du jour. — M. G. Bohn a observé les mouvements de roulement présentés par les Astéries et leur variation sous l'influence de l'éclairement. — M. H. Iscovesco montre que les globulines du sérum, débarrassées des électrolytes, sont constamment et uniquement électro-positives. — M. H. Piéron a constaté que les fourmis se reconnaissent bien à l'odeur, mais que la réaction de la fourmi à cette odeur n'est pas régie par un réflexe pur et simple; il y a intervention possible de plusieurs facteurs, dont le plus fréquent est le facteur éthologique d'adaptation au milieu pour la conservation de l'individu et de l'espèce. — MM. Ed. Toulouse et H. Piéron ont recherché comment se comporte le cycle nyctéméral de la température dans les cas d'activité nocturne et de sommeil diurne; il n'y a pas inversion constante. — M. P. Remlinger a reconnu l'absence d'anaphylaxie au cours des injections sous-cutanées de virus rabique et de sérum antirabique. — MM. G. Péju et H. Rajat ont constaté que la plupart des bactéries cultivées dans un milieu additionné d'urée présentent un polymorphisme facile et rapide. — M. A. Brisse-moret considère comme douées de propriétés purgatives les corps à fonctions chimiques suivantes: 1° fonction alcool polyvalente; 2° fonction acide acétylique, surtout associée à la fonction alcool; 3° fonction cétonique (quinonique ou quino-noid); 4° fonction imine quinonique. — MM. A. Gilbert et M. Villaret ont observé l'absence de l'indépendance vasculaire des lobes hépatiques. Au niveau du lobule, dans les injections, les capillaires les plus injectés sont toujours centrés autour du pôle lobulaire opposé à celui d'où venait l'injection. — MM. L. C. Maillard et A. Ranc exposent un procédé de purification du chloroforme en vue des dosages d'iodoxyle; agitation avec H₂SO₄, puis avec NaOH, puis avec H₂O et distillation. — MM. H. Bierry et Giaja ont constaté

que les Mollusques terrestres possèdent une émulsion et une lactase très actives; le sucre sécrété par l'hépatopancréas d'*Helix pomatia* est capable d'hydrolyser le maltose, le saccharose et le raffinose. — M. G. Gajda a observé la présence d'émulsion chez un grand nombre de Gastéropodes et de Lamellibranches marins, chez l'Astérie et l'Ourcin; il n'en a pas trouvé chez les Céphalopodes. — MM. M. Gompel et V. Henri ont reconnu que l'argent colloïdal électrique à petits grains, injecté dans une veine, passe très rapidement dans la bile, le suc pancréatique et l'urine, mais non dans le liquide céphalo-rachidien. — M. J. Salmon montre que les rudiments squelettiques des ectomérelliens sont les témoins de processus téragéniques variés autres que le simple arrêt de développement. — M. J. Basset a constaté que le carmin ingéré avec les aliments par le lapin et le cobaye ne se retrouve pas dans les poulmons. — M. M. Nicloux dose l'alcool dans les mélanges de vapeur d'alcool et d'air par circulation dans un barboteur puisant à eau; l'alcool est arrêté et déterminé ensuite par le bichromate. — MM. Edm. et Et. Sergent ont reconnu que le second hôte de l'*Haemoproteus (Halteridium)* du pigeon est un Hippoboscide commun sur les pigeons nord-africains et siliens, le *Lynchia maura*. — M. L. Launoy a observé que l'activité des phénomènes de dégénérescence intra-cellulaire, autolytiques, de la cellule hépatique du lapin à jeun est extrêmement ralentie lorsqu'elle s'exerce dans le sérum sanguin du même animal. — MM. Ch. Féré et G. Tixier ont étudié l'élimination du bromure de potassium chez les enfants.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 6 Novembre 1906.

MM. J. Sabrazès et P. Husnot ont observé chez les vieillards et les séniles l'existence d'une hypertrophie des surrénales avec adénomes enkystés multiples. — M. Ch. Pérez a constaté l'existence de différenciations tendineuses épithéliales chez le Branchion. — M. J. Sellier a reconnu la présence, dans le suc digestif des Crustacés, d'un agent diastatique présurant analogue à celui du suc gastrique des Vertébrés. — M. A. Auché a observé que les mouches peuvent, à l'aide de leurs pattes et de leur trompe, prendre des bacilles dysentériques non seulement à la surface des cultures pures, mais aussi dans les selles dysentériques, et, ainsi infectées, transporter à distance les agents pathogènes et les ensementer sur des milieux de culture.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 20 Novembre 1906.

M. P. Stephan a constaté que les grandes cellules à granulations éosinophiles du tissu lymphoïde du Proctopère se comportent comme des éléments à sécrétion interne. — M. L. Bordas a étudié l'ampoule rectale des Dytiscides : c'est à la fois un appareil hydrostatique, un organe défensif quand l'animal est hors de l'eau et un réceptacle excrémentiel. — M. C. Gerber a observé l'action de l'*Eriophyes passerinae* sur les feuilles de *Giardia hirsuta*. Il empêche la formation d'un tomentum et il fait réapparaître les caractères communs avec d'autres espèces du même genre, que la croissance au bord de la mer avait masqués. — M. A. Billet présente un nouvel exemplaire de filaire de l'ail, mâle, extrait chez un fonctionnaire du Congo.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Juin 1906 (fin).

M. G. P. Lenox-Conyngham décrit les observations du pendule faites simultanément aux Observatoires de Kew et de Greenwich en 1903. L'appareil employé était le pendule à demi-seconde de von Sterneck. Les valeurs de g observées ont été de 981,200 à Kew et de 981,186 à Greenwich; les valeurs calculées d'après la formule

de Helmholtz seraient respectivement de 981,166 et 981,161.

Séance du 14 Juin 1906 (suite).

M. H. E. Armstrong expose ses idées sur l'origine des effets osmotiques. Dans tous les liquides, les molécules doivent être regardées comme associées à un certain degré. Dans le cas de l'eau, on admet généralement que les molécules ne sont pas seulement associées, mais qu'une force attractive relativement puissante s'exerce entre elles. L'effet de l'introduction de molécules neutres (non-électrolytes) dans l'eau liquide doit être de causer la dissociation des complexes moléculaires à un degré correspondant à la proportion des molécules neutres. Si une substance entre en solution entièrement sous forme de ses molécules fondamentales, elle produira son effet normal, pourvu que son effet attractif sur les molécules d'eau soit appréciable. Les électrolytes — outre la production de l'effet de dissociation — exercent probablement un effet attractif sur les molécules d'eau. Dans l'eau ordinaire, l'état d'équilibre suppose le changement $(H^+O)^n \rightleftharpoons n H^+O$, où n peut prendre plusieurs valeurs. L'introduction d'une substance quelconque provoque un trouble de l'équilibre dans la direction $(H^+O)^n \rightarrow n H^+O$. La « pression osmotique » est la mesure du degré dont l'équilibre est troublé par la libération des molécules fondamentales ou monades. Dans cette hypothèse, pour comparer l'effet osmotique des substances, il est essentiel de mesurer leur influence sur une et la même proportion de solvant; l'emploi de « solutions de poids normal » est donc entièrement justifié. — M. R. J. Caldwell : *Etude des processus qui se passent dans les solutions. I. Influence des sels et des non-électrolytes sur l'action sucréolastique des acides*. L'auteur a étudié l'influence de l'addition de certaines substances : lactose, glucose, glycérol, alcool, KCl, AsH_2Cl , $BaCl_2$, $CaCl_2$, NaCl, acide acétique, sur la vitesse d'hydrolyse du sucre de canne par une solution aqueuse d'acide chlorhydrique. Toutes ces substances, excepté l'alcool, ont un effet accélérateur plus ou moins marqué quand on les emploie en solutions à volume normal (1 gramme-molécule de substance dissous dans l'eau de façon à faire un volume d'un litre); quand on emploie des solutions à poids normal (1 gramme-molécule de substance dissous dans un litre d'eau), le glucose et le lactose paraissent n'avoir pas d'effet, le glycérol et l'alcool retardent la modification, et les autres substances l'accélèrent. L'auteur explique ces faits d'après les hypothèses d'Armstrong rapportées ci-dessus.

Séance du 21 Juin 1906 (suite).

MM. M. W. Travers et F. L. Usher : *Sur la façon dont certaines substances se comportent à leur température critique*. Dans une première série d'expériences sur l'éther et SO_2 , les auteurs ont trouvé que la température de Cagniard-Latour est indépendante des conditions dans lesquelles on opère, contrairement à ce que prétendent Traube, de Heen et d'autres. Dans une seconde série, les auteurs ont étudié le phénomène d'opalescence qui se manifeste dans les liquides purs à leur température critique. Si des quantités variables d'un liquide pur sont chauffées dans des tubes de verre scellés, pourvu que le liquide ne disparaisse pas, ni ne remplisse complètement le tube avant que la température critique soit atteinte, la surface séparant les deux phases peut s'abaisser et disparaître près du fond du tube, ou rester stationnaire vers le milieu du tube, ou enfin s'élever et s'évanouir vers le sommet. Dans les trois cas, si la température s'élève assez lentement pour que l'équilibre soit atteint sans ébullition de la phase liquide, le contenu du tube devient opalescent à une température légèrement inférieure à celle où les surfaces disparaissent, l'effet produit étant semblable à celui des agents oxydants sur une solution de H_2S . Quand la surface s'abaisse, l'opalescence apparaît au-dessous; quand elle s'élève, on la voit au-

dessus. Dans chaque cas, l'opalescence reste confinée par la surface mobile à l'espace dans lequel elle est apparue et son intensité est inversement proportionnelle au volume qu'elle occupe; elle est généralement un peu plus intense près de la surface et, quand celle-ci s'évanouit, elle se diffuse graduellement dans tout le tube. Dans le cas où la surface reste stationnaire, le tube paraît légèrement opaque dans toute sa longueur. L'effet persiste dans un intervalle fini de température de 0°,1 au-dessous à 0°,1 au-dessus de la température où les surfaces disparaissent, pour SO_2 . Les auteurs tirent des indications de Donnan sur les systèmes liquide-vapeur à un composant au voisinage de la température critique la possibilité d'existence de petits agrégats non moléculaires stables, se différenciant de la phase liquide et de la phase vapeur. C'est à ces agrégats qu'il faut attribuer le phénomène de l'opalescence. — **M. R. G. Durrant** communique ses expériences sur la migration ionique dans la diffusion naturelle des acides et des sels. Les résultats obtenus par l'auteur tendent à confirmer la théorie de Nernst et de Planck. Dans les expériences antérieures d'Orme Masson et de Steele, on n'avait obtenu de limites de bandes qu'en employant des accumulateurs. Les expériences de l'auteur sur les gélées et ses expériences avec Ag_2O et $CaCl_2$ montrent qu'on peut obtenir des bandes très définies sans accumulateurs. Les ions H^+ se meuvent en avant du front de diffusion, tandis que les autres ions produisent leurs divers effets en arrière de ce front. — **M. W. A. D. Rudge** : L'action du radium et d'autres sels sur la gélatine. L'auteur conclut de ses expériences que le radium n'a pas d'action spécifique sur la gélatine de nature à provoquer la formation de cellules, et que les effets qui ont été observés (par Burke et d'autres) sont dus au baryum constituant la plus grande partie du sel de radium, lequel agit sur les composés sulfurés présents dans la gélatine.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Octobre 1906.

M. W. A. Scoble a étudié la résistance et la façon de se comporter des matériaux ductiles sous des tractions combinées. Ses expériences ont porté sur des barreaux de $3/4$ de pouce de diamètre, soumis à la flexion ou à la torsion pour reproduire la distribution irrégulière de traction qui s'observe dans la pratique. Le point de rupture a été pris comme critère de la résistance. On a trouvé que le moment de fléchissement critique est plus fort que le couple de rupture à la torsion (2.660 et 2.400 livres respectivement). La formule circulaire $M_s = T_s = \sqrt{M_s^2 + T_s^2}$ peut être employée, en prenant M_s et la résistance à la tension si le couple est faible, ou T_s et l'effort de cisaillement torsionnel si le moment fléchissant est faible. — **M. J. M. Baldwin** présente ses recherches sur la façon dont se comporte le fer sous des forces magnétisantes périodiques faibles. À l'aide du traceur d'ondes de Lyle, il a déterminé l'induction dans des champs variant périodiquement et descendant jusqu'à de très faibles amplitudes. Voici ses principales conclusions : 1° La perméabilité suit une loi linéaire sur un intervalle considérable de champs faibles, diminuant jusqu'à un minimum d'environ 150 lorsque l'amplitude du champ diminue; 2° Lorsque le champ diminue, la différence de phase entre l'induction et la force magnétisante tend à disparaître; 3° En même temps, les pertes par hystérésis deviennent très faibles; 4° La fréquence, aux faibles valeurs du champ, n'a pratiquement aucune influence sur les résultats. — **M. R. W. Wood** présente ses photographies de la rotation magnétique et des spectres de fluorescence, obtenues avec un spectrographe à trois prises, un résseau de 12 pouces et un éclaircisseur monochromatique.

Séance du 9 Novembre 1906.

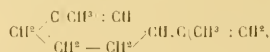
M. G. F. C. Searle expose et décrit une série d'appareils pour les travaux pratiques de Physique au

laboratoire : diagramme de forces; balance balistique; mouvement harmonique d'un corps rigide; détermination du rayon de courbure d'un miroir concave par l'oscillation d'une sphère; comparaison des moments d'inertie; système à deux degrés de liberté; détermination de l'accélération critique d'un pédomètre; détermination des racines d'une fonction de Bessel d'ordre zéro au moyen d'une chaîne vibrante; détermination du module d'Young et de la rigidité d'un fil; détermination du coefficient de restitution, etc.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 1^{er} Novembre 1906.

MM. W. Barlow et **W.-J. Pope** développent une théorie atomique qui relie les structures chimique et cristalline. Les auteurs représentent les atomes à l'état combiné par des « sphères d'influence » et recherchent comment de telles sphères peuvent prendre l'arrangement le plus dense d'une manière symétrique homogène qui simule exactement des composés cristallins. Un examen des propriétés géométriques des assemblages denses de sphères montre que les atomes des éléments doivent être représentés par des sphères d'influence directement proportionnelles en volume à leurs valences fondamentales et qu'un assemblage dense formé de sphères de diamètres appropriés, de façon à représenter un composé particulier, peut être divisé en unités identiques avec la molécule chimique et possède une symétrie et des dimensions compatibles avec celle de la substance cristallisée. Outre la propriété géométrique, qui démontre que la valence est une relation de volume, les assemblages denses homogènes de sphères possèdent d'autres propriétés qui conduisent à des interprétations physiques simples de la multivalence et de la tautomerie. De même, l'isométrie et les liaisons éthylnique et acétylnique ont des analogues parfaits dans des particularités des assemblages homogènes de sphères. — **MM. W.-H. Perkin jun.** et **G. Tattersall**, en réduisant l'acide *m*-hydroxybenzoïque par Na et l'alcool, ont obtenu l'acide hexahydro-*m*-hydroxybenzoïque, F. 130°-132°. Cet acide oxydé par l'acide chromique en acide γ -cétohexahydrobenzoïque, F. 75°-76°. L'éther éthylique de ce dernier, traité $MgCl_2$, fournit la lactone de l'acide γ -hydroxyhexahydro-*m*-toluïque, Eb. 145° sous 20 millimètres, que HBr convertit en acide γ -bromohexahydro-*m*-toluïque. Celui-ci perd HBr sous l'action de la pyridine en donnant l'acide tétrahydro-*m*-toluïque, Eb. 112°-114°, dont l'éther éthylique est transformé par $MgCl_2$ en Δ^4 -*m*-menthénol-8, Eb. 110°-112° sous 30 millimètres. Enfin, ce dernier, digéré avec le sulfate acide de potassium, perd H^+ et se transforme en carvénène :



Eb. 179°-180°, analogue à celui que Baeyer a préparé par distillation du chlorhydrate de vésylamine. — **MM. W. H. Perkin jun.** et **C. Weizmann** dérivent un certain nombre de substances nouvelles dérivées du catéchol, du pyrogallol et de la benzophénone étallées à des matières colorantes naturelles. — **MM. F. W. Kay** et **W. H. Perkin jun.**, en chauffant le butane-2,3,5-tricarboxylate d'éthyle avec Na et acidifiant le produit, ont obtenu le cyclopentanone-2 : 4-dicarboxylate d'éthyle, qui est hydrolysé par H^+SO_4 avec dégagement de CO_2 et formation d'acide cyclopentanone-3-carboxylique, F. 65°. Le pentane-2,3,5-tricarboxylate d'éthyle conduit de la même façon à l'acide cyclohexanone-4-carboxylique β -cétohexahydrobenzoïque. — **MM. O. Silberrad** et **R. C. Farmer** ont étudié l'hydrolyse de la nitrocellulose, qui est compliquée par la réduction simultanée de l'acide nitrique. L'hydrolyse a lieu avec une vitesse minimum quand la concentration des ions H^+ est de $3,7 \times 10^{-6}$ et celle des ions OH^- de $7,8 \times 10^{-9}$ gr.-

équival. par litre. Dans ces conditions, il est libéré $5,6 \times 10^{-5}$ gr.-équival. d'acide par litre d'eau et par année. — M. J. K. Wood a déterminé les constantes acidiques de quelques uréides et dérivés de l'acide urique. Dans les composés contenant le groupe CO.AzH.CO.AzH.CO, il y a un renforcement mutuel des deux groupes iminés. — Le même auteur a mesuré les constantes d'affinité (acide et basique) de la xanthine, de la 7-méthylxanthine, des trois diméthylxanthines isomères et de la caféine. Les constantes basiques sont à peu près semblables, tandis que les constantes acidiques varient beaucoup; la paraxanthine et la théophylline sont des acides plus forts que tous les autres membres de la série : ceci doit s'expliquer par une influence stéréochimique exercée par les groupes méthyle et variable suivant leur position. — MM. W. A. Bone, J. Drugman et G. W. Andrew ont étudié les phénomènes qui suivent l'inflammation de mélanges d'éthane ou d'éthylène et d'oxygène, correspondant à $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2$ ou $3\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{O}_2$. Il se produit toujours d'abord de la vapeur, des aldéhydes, de l'éthylène et de l'acétylène; le carbone est un produit secondaire. Les auteurs sont parvenus à faire exploser les mélanges $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2$ et $\text{C}_2\text{H}_4 + 2\text{O}_2$ à des pressions initiales de 900 millimètres et au-dessus. — M. J. Holmes a déterminé les densités relatives de mélanges de CS_2 avec les alcools éthylique ou *n*-propylique et de pyridine avec l'eau ou l'alcool éthylique. Des changements volumétriques se produisant dans ces mélanges, on peut conclure que la sphère d'activité d'une molécule n'est pas une fonction invariable du volume moléculaire. — MM. F. Tutin et A. C. O. Hann ont préparé l'acide α -glycérylphosphorique $\text{CH}^1\text{O}(\text{H}).\text{CH}(\text{O}(\text{H}).\text{CH}_2\text{O}^2\text{H})_2$ par action de l'acide phosphorique sur la β -dichlorhydrine et hydrolyse du produit formé. L'acide β -glycérylphosphorique $\text{CH}^1\text{O}(\text{H})_2.\text{CH}_2\text{O}^2\text{H}$ s'obtient par hydrolyse de l'acide β -diglycérylphosphorique, provenant lui-même de l'action du chlorure de phosphoryle sur l' α -dichlorhydrine. Les acides glycérophosphoriques naturels et synthétiques sont des mélanges divers des acides α et β . — MM. I. G. O'Donoghue et Z. Kahan ont obtenu l'acide thiocarbonique par addition ménagée de thiocarbonate de Ca à HCl concentré froid. C'est une huile rouge, se décomposant par ébullition en CS_2 , H_2S et S. Il déplace CO_2 des carbonates et donne des sels métalliques par action sur les sels des acides faibles. — MM. T. S. Patterson et J. Kaye ont préparé le *l*-tartrate de di-*l*-menthyle, le diacétyl-*l*-tartrate de di-*l*-menthyle et le *l*-tartrate de *l*-menthyle sodé et déterminé leur activité optique. — M. A. Neville a résolu l'acide trans- $\Delta^{3:5}$ -dihydroliphatique en ses isomères lévo- et dextrogyres par cristallisation fractionnée de son sel acide de strychnine. Chauffés avec l'eau ou un alcali, ils passent dans la modification $\Delta^{2:4}$ optiquement inactive.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 10 Octobre 1906.

M. J. T. Conroy fait une comparaison entre le commerce des produits chimiques de l'Angleterre et de l'Allemagne. Alors que l'exportation des produits chimiques d'Angleterre en Allemagne s'est abaissée, de 1890 à 1905, de 2.600.000 à 1.200.000 livres sterling (en nombres ronds), l'exportation d'Allemagne en Angleterre s'est élevée, pendant la même période, de 2.100.000 à 3.500.000 livres sterling. De 1885 à 1905, l'exportation totale de produits chimiques de l'Allemagne a passé de 11 millions à 27 millions de livres sterling.

SECTION DE LONDRES

Séance du 11 Juin 1906.

M. B. Blount retrace les progrès accomplis depuis vingt ans par l'industrie des ciments.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 12 Juillet 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. Tietze : Sur l'analysis situs des multiplicités à plusieurs dimensions. — M. F. Hasenöhrl déduit, de l'impossibilité d'un mouvement perpétuel de second ordre, le théorème que la température est un diviseur intégral de la différentielle de la chaleur ajoutée. — M. A. Lampa montre que, si l'on soutient une plaque par trois points et que l'on déplace les points de soutien vers un point, la plaque se meut de telle sorte que son centre de gravité se place sur le point de réunion des points de soutien.

2^e SCIENCES PHYSIQUES. — M. V. Conrad a analysé par diverses méthodes les observations de dispersion de l'électricité de l'air faites à Vienne au moyen de l'appareil d'Elster et Geitel, et il a reconnu l'existence d'une période de 26,2 jours. — Le même auteur a mesuré la teneur en ions de l'air au sommet du Sântis pendant l'été 1905. Les variations diurnes des ions positifs et négatifs ne sont pas identiques; les premiers ont un maxima principal à 11 h. du matin et un maximum secondaire à 3 h. du matin, les seconds à 3 h. du matin et 11 h. du matin; les minima principaux tombent tous deux à 3 h. du soir. — M. E. Meitner montre que le calcul des formules de Fresnel donne des résultats en parfait accord avec l'expérience de Lord Rayleigh sur la réflexion à la limite de deux milieux dont le quotient de réfraction relatif est l'unité. — M. A. Klingatsch : Les courbes d'erreur, dans la détermination photographique des points. — M. A. Wassmuth a déterminé la conductibilité d'une série de solutions aqueuses de chlorure et carbonate de sodium dont la composition se rapproche de celle du sérum sanguin. — M. P. von Schrott a constaté que le sélénium cristallisé provenant du sélénure de K ne conduit pas le courant et n'est pas sensible à la lumière; c'est la forme fondamentale du Se gris cristallisé, qui est stable à la température ordinaire. Par chauffage, il se convertit en Se métallique, qui conduit le courant et est le seul sensible à la lumière. Le Se rouge, cristallisé du CS_2 , tend par chauffage à se transformer en Se métallique. — M. O. Honigschmid a préparé, par aluminothermie ou par d'autres voies, le siliciure de zirconium Zr Si_2 et le siliciure de titane Ti Si_2 . — M. A. Himmelbauer a retiré de la liévrite un acide analogue à l'acide métasilicique; celle-ci est donc un métasilicate. La datolithe et la zadolinite fournissent un acide $\text{Si}^2\text{O}^2\text{H}_2$ nouveau, qui a été nommé acide datholithique. — M^{lle} D. Fogy a étudié des pseudomorphoses de serpentine en olivine, d'où elle a retiré un acide serpentinique $\text{Si}^2\text{O}^2\text{H}_2$, puis l'écume de mer qui fournit un acide sépiolithique nouveau $\text{Si}^2\text{O}^2\text{H}_2$, et enfin la gymnite qui a donné un acide $\text{Si}^2\text{O}^2\text{H}_2$. — M. F. Becke présente une méthode pour la détermination des feldspaths sodico-potassiques, ayant pour base la projection de l'orientation optique de l'albite, de l'anorthite et de types mixtes choisis et chimiquement connus. — M. R. Bohm, en chauffant l'oxime du formisobutyraldole ($\text{CH}^1\text{C}(\text{CH}^2\text{O}(\text{H})\text{CH} : \text{AzOH})_2$), a obtenu deux substances isomères : l'une est le nitrile $\text{CH}^1\text{C}(\text{CH}^2\text{O}(\text{H}).\text{CAz})_2$, donnant par saponification l'acide oxyvalérique. — MM. B. Eisler et A. Pollak, en condensant l'aldéhyde éthoxylacétique avec l'aldéhyde acétique, ont obtenu le corps $\text{CH}^1\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5).\text{CH}(\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5).\text{CHO})_2$, donnant par chauffage avec l'acétate de soude sec l'aldéhyde non saturé $\text{CH}^1\text{O}(\text{C}_2\text{H}_5).\text{CH} : \text{C}(\text{H}).\text{CHO}$, et oxydable par le permanganate en acide γ -éthoxyl- β -oxybutyrique. — MM. M. Kohn et F. Wenzel ont préparé des combinaisons nitrosées bien cristallisées de la vinylaldéconamine, de l'isobutyroaldéconamine et de la benzaldéconamine. — M. A. Kailan a étudié l'éthérification des acides amidobenzoïques par l'acide chlorhydrique alcoolique et il donne les équations représentant les phénomènes. — M. R. Wegscheider

signale qu'il n'y a pas d'anomalie dans l'éthérisation de l'acide 4-nitrophthalique, comme on l'avait cru d'après des essais antérieurs de Goldschmidt aujourd'hui controuvés. — M. G. Goldschmidt a étudié l'influence de certains groupes sur l'élimination par HI bouillant de Cl^{P} et C^{P} liés à l'azote. Le noyau benzénique et le noyau naphthalique diminuent l'adduction des alkyles; les substituants négatifs dans le noyau benzénique ont une action accélératrice. — M. H. Meyer, en faisant réagir le diazométhane sur la γ -oxyquinoline, a obtenu l'éther méthylque, F. 62°; tandis que cet éther se comporte normalement dans la détermination du méthoxyle, la γ -éthoxyquinoline, F. 41°, est désalkylée très lentement. — Le même auteur a préparé : la diméthylacétacétamide, F. 120-121°; la méthyléthylacétacétamide, F. 123°-124°; la diallylmalonamide, F. 201°-202°; la méthylbenzylmalonamide, F. 202°-203°. — M. A. Fürth a préparé un certain nombre d'hydramides; la *m*-nitrobenzaldehyde déplace le reste aldéhyde de la plupart des hydramides en donnant la *m*-trinitrobenzamide. — M. H. von Lendenfeld, en faisant réagir l'aldéhyde téraphthalique sur l'acétophénone en présence de KOH, a obtenu la *p*-phényl-1-propénone-1-benzaldehyde, F. 125°, et la phénylène-1 : 4-diphényl-1-dipropénone-1, F. 200°-201°. Les autres cétones donnent lieu à des produits de condensation analogues. — M. H. Hefner a préparé un dérivé dinitré de la β -naphthoquinoline, qui est réduit en composé diaminé, lequel, oxydé par le permanganate ou l'acide chromique, fournit un acide quinoléinedicarboxique. — M. L. Lypowski, en faisant réagir l'acide nitreux sur la lysine, a obtenu deux substances ayant la composition d'un acide aminooxyacétique. — M. R. Weitznbock a constaté la présence d'isoleucine parmi les produits d'hydrolyse primaire de la caséine. — MM. M. Bamberger et A. Landsiedl ont extrait du *Scleroderma aurantium* et du *Scl. vulgare* deux corps du genre de la cholestérine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. W. Fritz a constaté que la membrane de Descemet naît, après la formation de l'endothélium de la cornée, comme une séparation cuticulaire; elle ne se continue pas, à sa périphérie, dans le ligament pectiné, mais se termine par un bord net; elle se trouve près de la substance élastique, mais ne lui est pas identique. Le ligament pectiné tridien a une grande variété de structure chez les Mammifères. — M. F. Steindachner a étudié la faune des poissons des îles Samoa et y a trouvé plusieurs genres et espèces nouveaux. — M. Eug. Simon a déterminé les Aranéides rapportés du Soudan égyptien et du nord de l'Ouganda par le Dr J. Werner; il y a trouvé 11 genres et 2 sous-espèces nouveaux. — M. B. Kubart montre que les couches de séparation des feuilles florales sont un tissu parenchymatique, dérivant d'une méristème primaire; l'acte du détachement a lieu à la suite d'une macération par les acides organiques, accompagnée de tensions de l'épiderme. — M. R. Karzel présente ses recherches sur l'hétérotrophie du bois et de l'écorce chez le *Tilia* et l'*Aesculus*. — M. F. von Höhnelt a revisé, en se servant des exemplaires originaux, les 291 formes d'Ascomycètes établies par Feltgen; il résulte de ses recherches que 250 doivent être supprimées. — M. F. Nabelek : Sur l'importance systématique de la structure fine de la paroi de l'anthère.

Séance du 11 Octobre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. R. Klug a déterminé l'orbite définitive de la comète 1826 IV. C'est une comète elliptique, d'une durée de révolution de 6,264 années.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. von Schweidler présente ses observations de l'électricité atmosphérique sur le lac d'Ossiach pendant l'été 1906. La dispersion a présenté la marche diurne normale. Il y a à peu près proportionnalité entre la dispersion et la conductibilité. — M. E. Weiss a déterminé par une nouvelle méthode la teneur électrique de la neige et de la pluie, et l'a

comparée à la chute du potentiel mesurée simultanément. Les intensités de courant des précipitations sont de l'ordre de grandeur de 10^{-14} amp. cm^2 . — M. K. W. F. Kohrausch a déterminé l'induction radio-active dans l'air par la méthode d'aspiration; elle est de 20 à 300 fois plus faible qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent. Elle offre la même marche que le nombre des ions, de sorte qu'elle peut être considérée comme la cause de l'ionisation. — M. W. Fried, en condensant l'éthoxyaldehyde par la potasse, a obtenu un aldol $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$, $\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)\text{CHO}$, qui donne par déshydratation l'aldéhyde 2 : 4-dioxyaltonique $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$, $\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)\text{CHO}$. — M. H. Busch et M^{lle} K. Goldenthal, en déshydratant le formosubutyraldehyde, ont obtenu un aldéhyde non saturé $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, $\text{CH}(\text{OH})\text{CH}(\text{CHO})\text{CH}(\text{CHO})\text{CHO}$; le même aldol, traité par la formaldéhyde, se scinde en donnant le glycol $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$. — M. R. Andreasch a préparé l'acide phénylaminorhodanique et ses produits de condensation avec divers aldéhydes. Il montre, d'autre part, que les arylidithiocarbamates, sous l'action du chloroformate d'éthyle, se décomposent en COS, Az HCl et isosulfocyanates correspondants. — M. A. Wagner a préparé les acides α - et β -naphthylrhodaniques et leurs produits de condensation aldéhydiques. — M. G. Jenisch a préparé, aux dépens de la méthylphénylhydrazone de l'isopropylphénylketone, un nouvel indolol, le *Pr*-1 α -méthyl-3 : 3-diméthyl-2-phénylindolol, — M. K. Brunner a obtenu, au moyen des α - et β -polythiazidines de l'acide isobutyrique, deux nouvelles indolines. — M. A. Praxmarer, en chauffant la pyrocatechine avec KHC_2O_4 et la glycérine et faisant passer un courant de CO_2 , a obtenu l'acide pyrocatechine- α -carbonique. Par le chauffage prolongé de ce dernier avec KHC_2O_4 et la glycérine, il se forme de l'acide pyrocatechine dicarbonique. — M. F. von Hemmelmayr adopte pour l'élatine la formule $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_6$. Elle contient deux groupes OH, deux groupes CO et un groupe OH acétyl; l'un des groupes CO appartient probablement à un groupe aldéhydique.

3° SCIENCES NATURELLES. — MM. F. von Höhnelt et V. Litschauer ont soumis le groupe des Corticiées à une revision dont ils donnent les résultats. — M. R. Hoernes décrit une nouvelle forme des couches aquitaniennes de Moräutsch en Carniole supérieure, le *Meloungena Deschmanni*, et présente quelques considérations sur la distribution géographique des Melounginidés vivants.

Séance du 25 Octobre 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. E. Lecher montre que, si l'on représente par eHv la force qu'un champ magnétique H exerce sur un électron de charge e se mouvant perpendiculairement aux lignes de force avec la vitesse v , on en déduit immédiatement l'induction dans un conducteur se mouvant contre le champ de force, ainsi que l'action d'un champ magnétique sur un porteur de courant. — M. L. de Ball expose la théorie de la réfraction de Radau sous une forme nouvelle et très compréhensible. L'auteur développe, en particulier, l'expression de la réfraction en fonction de la densité et de la température de l'air. — M. P. C. Puschl déduit de considérations théoriques la conclusion que les intensités des rayonnements secondaires de différents éléments sont, en principe, comme les poids équivalents des substances considérées. — M. J. Billitzer a étudié l'action de la lumière sur l'eau de chlore. La réaction n'est pas absolument proportionnelle à l'intensité et à la durée de l'éclairement, mais se poursuit autocatalytiquement. — MM. P. Gelmo et W. Suida poursuivent leurs recherches sur les phénomènes de la teinture des fibres textiles animales. Sous l'influence des acides sulfurique, chlorhydrique et phosphorique alcooliques, les propriétés basiques de la laine sont saturées, et il se forme probablement des combinaisons salines qui empêchent la teinture par les colorants basiques, mais facilitent celles des colorants

acides. L'acide nitreux même paraît d'abord agir dans le même sens.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. J. Schiller a constaté que les fibres de *Cocos nucifera*, *Brassica tabelliformis*, *Tillandsia*, *Attalea lunifera*, présentent, comme toutes les fibres de bois et d'écorce déjà examinées, l'axe de plus grande élasticité dans la direction longitudinale et l'axe de plus faible élasticité dans la direction transversale.

Séance du 31 Octobre 1906.

SCIENCES NATURELLES. — M. G. Bayer a trouvé, dans le suc de broyage de l'ovaire de *Rana esculenta*, une substance à action bactériolytique très énergique contre le bacille de l'anthrax et le vibron cholérique, qui est détruite à 60°. Elle se compose d'un corps thermolabile agissant comme un complément et d'un corps thermostable agissant comme un corps immunisant; en cela, elle ressemble à la sérobaetériolyse des Vertébrés supérieurs. L. BRUNET.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Septembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. J. de Vries : *Compléments quadratiques de révolution*. L'équation générale :

$$A \rho_1^2 + \rho_2^2 + B \rho_3^2 + 2C \rho_1 \rho_2 + D \rho_1^2 + E \rho_1 \rho_3 + F \rho_2 \rho_3 + 2F \rho_1 \rho_3 - \rho_2 \rho_3 = 0.$$

La surface des singularités se compose de deux quadriques de révolution à quatre droites isotropes communes. Les surfaces axiales, méridiennes et parallèles. Cas C=0 du complexe symétrique, Cas B=0, D=0 du complexe tétraédral, etc. — M. D. J. Korteweg présente au nom de M. L. E. J. Brouwer : *Le champ de force des espaces non euclidiens à courbure positive* (comparez *Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 801). Ici l'auteur s'occupe successivement du champ sphérique E_2 à deux dimensions, de l'espace sphérique E_3 , de l'espace sphérique polydimensional E_n et de l'espace elliptique polydimensional G_n . — M. J. A. C. Oudemans : *Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908*. Histoire des occultations observées par MM. Ph. Fauth, A. A. Nijland, Stanley Williams. La détermination des plans des orbites des satellites par W. de Sitter. La durée maximale d'une occultation, variant de 3^h33^m pour I et III, jusqu'à 10^h26^m pour III et IV. Recherches sur l'incertitude de la détermination des temps synodiques de révolution des satellites. Les équations appliquées dans la seconde partie des tables de Damoiseau. Résultats faisant connaître 72 occultations dans les mois de juin et de juillet 1908. Deux exemples de calcul. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. A. Pannekoek : *Le rapport*

t. XVII, p. 801), l'auteur a remarqué que nous ne savons pas où se trouve, dans la série successive des spectres du type d'Orion et du premier type, la place de la température la plus élevée ou, du moins, celle de l'émission maximale. On peut conclure que cette place correspond à la couleur la plus blanche; des observations spectro-photométriques faisant défaut, l'auteur se sert ici de la méthode des évaluations. Les résultats, se rapportant aux étoiles de la table d'Osthoff, figurant dans le catalogue de spectres de Maury, sont résumés dans le Tableau I. D'après ces résultats, le maximum de l'émission se trouve entre les classes IV et V, etc.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. J. J. van Laar : *Sur l'allure des lignes spinodales et des lignes de plissement pour des mélanges binaires de substances normales*. Quatrième communication : Le pli longitudinal (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVI, p. 664, et t. XVII, p. 160). L'auteur commence par une récapitulation des résultats publiés dans les communications précédentes et en deux mémoires insérés dans les *Archives du Musée Teyler*. Les différentes formes du pli longitudinal sont indiquées par plusieurs figures. — M. J. P. van der Stok présente au nom de M. W. van Bemmelen : *Des perturbations magnétiques d'après leur notation à Batavia*. En arrangeant les perturbations magnétiques observées à Greenwich, M. Maunder parvient à la conclusion suivante : « L'origine de nos perturbations magnétiques, c'est le Soleil. L'action solaire qui les fait naître ne travaille pas également dans toutes les directions, mais suivant des courants étroits bien définis, pas nécessairement radiaux. Ces courants dérivent d'aires actives d'extension limitée. Ces aires actives ne sont pas seulement les causes de nos perturbations magnétiques, mais aussi les sièges de la formation de taches solaires. » Sollicité par M. Maunder de dresser une table des perturbations magnétiques observées à l'Observatoire de Batavia (île de Java), M. van Bemmelen présente une communication provisoire sur ce sujet, vu l'actualité du problème en question. Il s'occupe successivement des principes d'après lesquels la table désirée a été construite, de la distribution de l'heure du commencement de la perturbation sur la journée, du rapport entre les perturbations et les taches solaires, de la comparaison avec les perturbations à Greenwich, d'une hypothèse sur l'origine des perturbations, etc. — M. A. F. Holleman présente, en son nom et au nom

TABLEAU II. — Constantes physiques des dinitrotoluenes et de leurs dérivés.

ISOMÈRES (C ₆ H ₄ NO ₂) ₂ (en 1)	POINTS DE SOLIDIFICATION			POIDS SPÉCIFIQUES	
	Dinitro- toluènes	Acides	Éthers	Dinitro- toluènes	Éthers
1 : 3 : 4 . .	58°3	163°3	71°0	1,2594	1,2791
1 : 3 : 5 . .	92,6	206,8	92,9	1,2772	1,2935
1 : 2 : 3 . .	59,3	204,1	88,4	1,2625	1,2825
1 : 2 : 5 . .	50,2	179,0	68,8	1,2820	1,2859
1 : 2 : 4 . .	70,1	180,9	40,2	1,2860	1,2858
1 : 2 : 6 . .	65,2	206,4	74,7	1,2833	1,2923

de M. H. Sirks : *Les six acides dinitrobenzoïques isomères*. Des séries complètes de dérivés isomères du benzène C₆H₃A₂B ont été rarement étudiées; cependant, pour la connaissance de ces dérivés, un examen comparatif de six isomères de ce genre serait très important. C'est ce qui a engagé les auteurs à examiner les acides dinitrobenzoïques isomères. L'acide dinitrobenzoïque symétrique (nommé 1:3:5, le groupe carbonyle étant désigné par 1) fut obtenu par la nitration de l'acide *m*-nitrobenzoïque; les cinq autres furent préparés par l'oxydation des dinitrotoluenes correspondants, soit au moyen de permanganate de potasse

TABLEAU I. — Emission des étoiles du type d'Orion.

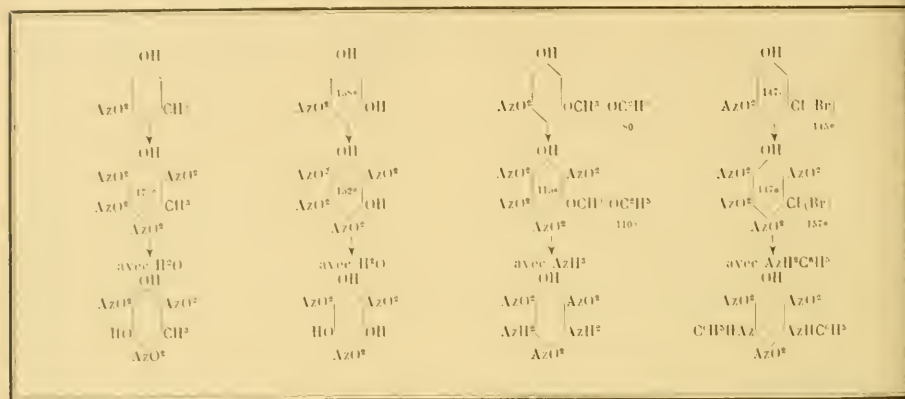
CLASSE	COULEUR	NOMBRE	CLASSE	COULEUR	NOMBRE
I	2 47	6	XII	3,68	17
II	2,56	10	XIII	4,12	13
III	2,50	9	XIV	4,45	12
IV	1,94	14	XV	5,09	9
VI	1,62	10	XV A	5,18	18
V	2,11	9	XV B	5,35	26
VI	2,16	10	XV C	5,35	31
VII	2,27	23	XV	6,34	5
VIII	2,27	34	XVI	6,47	17
IX	2,64	20	XVII	6,80	45
X	3,11	14	XVIII	6,74	15
XI	3,50	9	XIX	6,67	6
XI	3,41	4			

entre le spectre et la couleur des étoiles. Dans une communication précédente (*Rev. génér. des Sc.*,

en milieu acide sulfurique, soit par la digestion prolongée avec l'acide nitrique de densité 1,4 au réfrigérant à reflux. Pour la préparation des dinitrotoluenes mêmes, les isomères 1:2:3 et 1:2:3 ont été préparés d'une manière nouvelle, c'est-à-dire par la distillation fractionnée du produit de nitration du *m*-nitrotoluène après que la plus grande partie du 1:3:4-dinitrotoluène qui en forme l'élément principal, en a été séparée par la cristallisation. Les points de solidification corrigés des dinitrotoluenes, des acides correspondants et de leur éthers, de même que les poids spécifiques des dinitrotoluenes et des éthers, déterminés à 11° avec le pycknomètre de M. Eykman, sont données dans le tableau II page 1043. La conductibilité électrique des solutions aqueuses diluées des acides fut déterminée de la manière usuelle

Un examen de la littérature montra que cette régularité semble se manifester aussi dans plusieurs autres cas et il est probable que les acides les plus forts sont éthérifiés le plus lentement. On pourrait expliquer cela par la supposition que, dans l'éthérification avec HCl en solution alcoolique, ce sont les molécules non dissociées qui prennent part à la réaction. — Ensuite M. Holleman présente en son nom et au nom de M. J. Huisinga : *Sur la nitration des acides phthalique et isophthalique*. Examen des différents acides mononitrophthaliques engendrés pendant la nitration. — Enfin, M. Holleman présente au nom de M. J. Blanksma : *Nitration des phénols meta-substitués*. Le Tableau III fait connaître les points de fusion des composés inconnus jusqu'à présent. — M. S. Hoogewerf présente au nom de M. R. A. Weerman : *Action de*

TABLEAU III. — Résultats de la nitration des phénols *meta*-substitués.



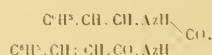
avec le pont de Wheatstone et le téléphone. Les constantes de dissociation trouvées sont les suivantes :

Acides dinitro-
benzoïques. 1:3:4 1:3:5 1:2:3 1:2:5 1:2:4 1:2:6
K = 100 à 25° 0,163 0,163 1,44 2,64 3,83 8,15

On voit à première vue que les quatre acides substitués dans l'une ou les deux positions ortho ont une constante plusieurs fois plus grande que les deux autres. Un examen spécial prouva que la relation trouvée entre la position des groupes et la conductibilité n'est pas modifiée en employant de l'alcool comme dissolvant. Aussi fut déterminée la vitesse d'éthérification des acides suivant la méthode de M. Goldschmidt *Ber.*, t. XXVIII, 3218, dans une solution alcoolique d'acide chlorhydrique à des températures différentes. Il en résulta que des six isomères la constante d'éthérification est la plus petite pour les acides ortho-substitués, dont la constante de dissociation est, au contraire, la plus grande. Comme on le voit par le tableau suivant, les acides dont la constante de dissociation est la plus grande ont une constante d'éthérification plus petite et vice-versa :

Acides nitrobenzoïques	Constante de dissociation à 40°	Constante d'éthérification à 40°
1:3:4	0,171	0,033
1:3:5	0,177	0,028
1:2:3	1,38	0,0027
1:2:5	2,16	0,0027
1:2:4	3,20	0,0017
1:2:6	7,6	0,0001

Hypochlorite de potasse sur l'amide de l'acide cinnamique. Génération d'un dérivé de l'urée :



— M. H. W. Bakhuis Roozeboom présente la thèse de M. G. H. Leopold : « Driephasenlynn met minimum druk by chloraethylnalcoholaat en zoutzuur aniline » Ligne de trois phases à pression minimum chez l'acéolate du chloraéthyle et le chlorhydrate d'aniline.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. A. W. Hubrecht présente au nom de M. F. Muller : *La place de la Scurus Vulgaris*. — M. C. Winkler présente au nom de M. J. K. A. Wertheim Salomonson : *Quelques remarques se rapportant à la méthode des cas vrais et faux de Fechner*. — M. F. A. F. C. Went présente au nom de M. W. Burck : *Sur l'influence des nectaires et d'autres tissus sucrifères de la fleur sur la manière d'éclore des bourgeons*. — M. C. H. H. Spronck présente au nom de M. C. Eysbroek : *Sur les ambocepteurs d'un serum antistreptococcique*.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

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

déterminent quelques initiatives individuelles pour ce but élevé et précis.

Orbites des étoiles doubles. — Les nombreuses orbites que l'on a calculées d'après les observations d'étoiles doubles sont de valeur très inégale. Cette distinction n'est pas suffisamment marquée dans les recueils ordinairement consultés par les astronomes, tels que *l'Annuaire du Bureau des Longitudes*. Il peut arriver ainsi que, faute d'être avertis, des chercheurs consciencieux consomment beaucoup de temps et d'efforts dans des calculs stériles. M. Aitken a entrepris¹, en conséquence, une révision générale, comprenant la comparaison des éléments entre eux et avec les observations modernes. Le résultat de cette critique a été la division des orbites publiées en deux classes : la première seule, comprenant 53 objets, permet de faire un choix motivé pour les éléments et d'attribuer à ceux-ci une valeur réelle. M. Aitken explique dans des notes les motifs de sa décision et signale les cas les plus intéressants qu'il a pu rencontrer. On peut espérer faire passer, dans un prochain, de la seconde classe à la première.

§ 3. — Génie civil

Un nouvel appareil pour signaler l'arrivée des trains dans les gares. — Pour signaler l'arrivée des trains entrant en gare, on se sert souvent de contacts de rails actionnés par le train en marche, contacts affectés du grand désavantage de se détériorer facilement et de pouvoir rester inactifs. L'insécurité qui en résulte dans le service semble devoir être éliminée par un ingénieux appareil imaginé par M. H. Michel² et dans lequel la fermeture du courant est opérée d'une façon curieuse par le sifflet même de la locomotive, les contacts étant disposés latéralement par rapport à la voie dans une boîte garantie contre les intempéries.

Nous avons signalé récemment³ un phénomène remarquable, découvert par M. Michel, qui se produit toutes les fois qu'ayant disposé un disque léger à l'intérieur d'un résonnateur acoustique, de façon à pouvoir tourner facilement autour d'un axe, l'on fait rendre le son caractéristique de ce dernier à une source acoustique quelconque.

Si le disque est disposé obliquement par rapport à l'axe longitudinal du résonnateur, il se met à tourner à partir du moment de production du son excitateur, jusqu'à ce que ce son cesse ou que la surface du résonnateur se soit placée à angle droit par rapport à l'axe du résonnateur.

Les corps doués d'un son caractéristique (membranes, cordes, voire même l'air à l'intérieur des résonnateurs) ne prennent pas seulement part aux oscillations de ces sons caractéristiques, mais, à l'égal de tous les autres corps, se mettent à vibrer, bien qu'avec une intensité moindre, sous l'action d'un son quelconque.

La rotation du disque est, au contraire, un effet spécifique de la note caractéristique du résonnateur. D'autres sons étant produits avec une intensité quelconque, le disque reste, en effet, au repos, tandis que la note caractéristique du résonnateur produit toujours la rotation de ce dernier, quelque faible que soit son intensité.

Ce phénomène est utilisé dans l'appareil de M. Michel, qui consiste en un résonnateur cylindrique en verre, fermé d'un côté et présentant de l'autre une ouverture que recouvre une membrane. A l'intérieur de ce résonnateur a été disposé, sur des goupilles, un disque léger portant un bras de levier qui communique par un fil conducteur avec une pile galvanique. La rotation de ce disque est limitée par les branches d'une fourchette

disposée à la paroi terminale du résonnateur du côté opposé à la membrane, une force très faible, due à un faible ressort ou à un aimant, appuyant le disque contre l'une des branches de cette fourchette.

Dans l'espace couvert par les oscillations du bras de levier attaché au disque se trouve une baguette en platine communiquant avec l'appareil à signaler de la station, qui, à son tour, est relié à la pile galvanique. Pour renforcer la rotation du disque, on attache un entonnoir acoustique à l'extrémité du résonnateur fermée par la membrane.

Or, supposons que le dispositif que nous venons de décrire soit monté sur un support, un mât, etc., disposé à l'endroit où doit partir le signal, latéralement par rapport à la voie, le résonnateur tournant vers cette dernière l'extrémité portant l'entonnoir acoustique. Afin de garantir ce dispositif contre les intempéries, on l'entoure d'une boîte munie d'un disque en verre dans la partie tournée vers l'entonnoir.

Les sifflets à vapeur de toutes les locomotives circulant sur la ligne doivent être accordés pour la note caractéristique du résonnateur, à moins qu'on ne préfère disposer un sifflet spécial. Au moment même où le train passe à l'endroit où se trouve le résonnateur, le mécanicien, averti par un signal optique ou acoustique, fait agir le sifflet; le disque de l'appareil se met à tourner à l'encontre de la force du ressort ou de l'aimant jusqu'à ce que le bras de levier porté par le disque soit appliqué contre la baguette de platine fermant le circuit et signalant à la station l'arrivée du train qui approche.

Aussitôt que le sifflet de la locomotive cesse de fonctionner, le disque rotatif, poussé par la force du ressort ou de l'aimant, retourne vers sa position initiale. On a soin de garnir de platine le point de contact du bras de levier afin d'assurer un contact sûr.

Remarquons, toutefois, que, si le fonctionnement de l'appareil précédent paraît plus sûr, il est sous la dépendance absolue du coup de sifflet donné par le mécanicien; or, les signaux manœuvrés par la main de l'homme sont soumis à des aléas plus grands que les dispositifs mécaniques, et la pratique des compagnies de chemin de fer a toujours été de substituer de plus en plus les appareils complètement automatiques aux appareils à commande volontaire.

§ 4. — Physique

Recherches expérimentales sur la constitution des aimants permanents. — La question de savoir ce qui reste constant dans un aimant permanent a fait, pendant ces derniers temps, l'objet de nombreuses études, sans que toutefois les résultats jusqu'ici trouvés concordent entre eux. Tandis que d'aucuns maintiennent l'hypothèse qu'un aimant permanent constitue le siège d'un nombre de lignes de force déterminée, d'autres sont d'avis que c'est sa force magnétomotrice qui est constante.

Dans un récent Mémoire présenté comme thèse inaugurale à la Faculté des Sciences de Tubingue, M. E. Kempen⁴ confirme le résultat trouvé antérieurement par R.-H. Weber, à savoir que la force magnétomotrice peut être regardée comme constante avec une précision suffisante pour la plupart des applications, lorsqu'une variation de résistance s'accompagne d'une modification du champ magnétique de moins de 15 %.

L'auteur s'est servi d'échantillons d'acier à outils affectant la forme d'une moitié d'anneau, à section circulaire et à face polie plane, échantillons qu'on avait trempés dans un feu au charbon de bois. Lorsqu'on augmente ou diminue l'espace qui sépare deux moitiés d'anneau placées en regard l'une de l'autre, on fait varier la résistance magnétique du circuit ainsi constitué. Le nombre de lignes de force traversant l'intervalle, pour des largeurs différentes de ce dernier, a été

¹ R. G. AITKEN : A catalogue of the orbits of visual binary stars : *Lick Observatory Bulletin*, n° 84.

² *Hingler's Polytechnisches Journal*, n° 36, 1906.

³ Voir la Revue du 15 octobre 1905, p. 838.

⁴ *Annalen der Physik*, n° 10, 1906.

mesuré par une méthode balistique, une bobine de fil étant rapidement éloignée de la région des lignes de force. Voici les principaux résultats trouvés par M. Kempen :

Lorsqu'une modification de la résistance d'un circuit magnétique permanent comporte des variations du champ allant jusqu'à 170 %, la force magnétomotrice peut être considérée comme constante, les variations trouvées restant en dessous de 1 %.

Cette constance de la force magnétomotrice s'applique, selon toute probabilité, aussi aux variations plus grandes de la résistance.

Dans le cas d'une modification du champ produite par une variation de la résistance, on constate une faible hystérèse.

Le flux de force ne suit point constant pour les aimants permanents.

§ 3. — Sciences médicales

Le centre cérébral du langage articulé et le centre de Broca. — La doctrine de la localisation des centres cérébraux est considérée en science comme une des plus belles et des plus grandes découvertes dans le domaine si mystérieux du mécanisme biologique humain. L'année 1871 a fait date, et, depuis, le centre cortical de Broca, ou pied de la troisième circonvolution cérébrale gauche, est cité continuellement comme le *centre du langage articulé*. Toute lésion expérimentale ou pathologique de ce centre devrait provoquer *sine qua non* la cessation de toute possibilité de langage articulé : on devient ainsi *aphasique*, dépourvu de toute faculté de parler. Or, dans un article de la *Semaine médicale*, intitulé « Revision de la question de l'aphasie », le Dr Pierre Marie, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, vient de soutenir le contraire, avec des faits importants à l'appui. Il conclut que la troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage articulé. Quiconque connaît la gravité de ce savant, la pondération clinique de cet éminent neuro-pathologiste, une des gloires de la science médicale française, réfléchira longuement sur la portée de ses précises affirmations.

L'aphasie a été l'objet d'une longue série de recherches ; toute une littérature médicale existe depuis la découverte de Broca. Les doctrines des diverses aphasies ne sont, aux yeux de M. Marie, que des constructions purement théoriques, dont certaines ont comme point de départ des schémas de graphismes tirés de deductions plus ou moins compliquées et logiques. Pour comprendre la position du problème, il « faut faire, écrit M. Marie, abstraction de tout ce que nous avons lu et appris sur les images des mots, sur les aphasies de réception ou de conduction, sur les centres du langage, etc. » Même Wernicke était parti également d'une idée théorique, quand il localisa la surdité verbale, — c'est-à-dire l'impossibilité d'entendre le langage parlé, alors même qu'on le comprend par l'intermédiaire de l'écriture, — dans la partie postérieure de la première circonvolution temporelle.

Ce qui caractérise l'aphasie, selon M. Marie, c'est tout d'abord le fait que, chez tous les malades aphasiques, « il existe un trouble plus ou moins prononcé dans la compréhension du langage parlé ». Le degré peut varier, mais le fait est caractéristique. On s'en aperçoit surtout lorsqu'on donne aux malades à exécuter des ordres vraiment compliqués. Jusqu'ici on s'est contenté d'un examen sommaire, se réduisant à l'exécution d'expériences relativement simples. Des aphasiques, qui exécutent bien des ordres simples, se troublent, et n'arrivent pas à accomplir intégralement les ordres un peu compliqués ; on ne trouvera guère d'aphasique qui en soit capable. Le même acte compliqué devient intelligible lorsqu'il est décomposé en actes plus simples. Le fait ne tient donc pas à l'incompréhension du langage, à la prétendue *surdité ver-*

bale, mais à une incapacité intellectuelle notoire. L'intelligence n'est pas intacte chez les aphasiques ; il y a, au contraire, une diminution très notoire dans la capacité intellectuelle en général. L'aphasie pourrait même se définir, selon M. Marie, par « la diminution de l'intelligence ». Les exemples cliniques donnés par M. Marie sont des plus convainquants : Chez ses aphasiques, non seulement le langage était atteint, mais on constatait un déficit considérable intellectuel, marqué surtout dans les « stock des choses apprises par des procédés didactiques ». Ce n'est pas par suite d'un simple trouble du langage que des musiciens aphasiques « voient leurs facultés musicales s'altérer, non seulement quand il s'agit de la composition ou de la lecture d'un morceau, mais aussi quand il s'agit de jouer par cœur des morceaux qui leur étaient familiers ». Il y a une cause plus profonde : la déchéance intellectuelle.

L'apparence des aphasiques est trompeuse. Ils se conduisent dans la vie commune comme des gens sains ; mais, en vérité, leur cercle d'idées est assez restreint. Dépourvus de toute initiative, les aphasiques se bornent à l'exécution « des actes les plus simples de l'existence et surtout des actes matériels ». L'exubérance de leur mimique contribue à voiler l'appréciation juste de leur degré intellectuel, mais elle cache « une grande pauvreté réelle ». Si l'on analyse la psychologie de leur mimique, on peut se rendre aisément compte qu'ils ne possèdent que la mimique émotive, c'est-à-dire la somme des instincts et réflexes ancestraux qui se déclenchent automatiquement sans aucune idée préalable. La mimique conventionnelle, l'expression volontaire en d'autres termes, de même que la mimique descriptive, font presque totalement défaut chez les aphasiques. M. P. Marie ne croit pas avoir jamais vu un grand aphasique chercher à faire comprendre, par sa mimique, un événement qui lui serait arrivé : « Je n'en ai jamais vu aucun être capable de faire comprendre par gestes quel était son métier ». La surdité verbale et la doctrine de sa localisation au niveau du pied de la première circonvolution temporelle gauche serait fautive ; les aphasiques ont tout simplement une intelligence extrêmement affaiblie.

La localisation de l'aphasie de Broca dans le pied de la troisième circonvolution frontale gauche serait inexacte, tout d'abord parce qu'il existe des cas, des individus droitiers, chez lesquels la destruction isolée de cette région n'est pas suivie d'aphasie. Les observations avec des pièces anatomiques à l'appui semblent indiscutables. Il existe, en outre, des cas d'aphasie de Broca qui ne sont pas accompagnés des lésions du pied de la troisième circonvolution frontale gauche. Le nombre de ces cas est assez considérable. MM. P. Marie, Touché, F. Bernheim en avaient déjà publiés. Cette localisation est donc inexacte ; le pied de la troisième circonvolution frontale gauche ne jouerait donc aucun rôle spécial dans la fonction du langage. Le fait que, dans les aphasies de Broca, cette région soit lésée s'explique par le ramollissement cérébral dû à l'oblitération de l'artère sylvienne en amont du point où cette artère donne naissance à la branche d'irrigation de la troisième frontale : fait d'ailleurs banal, puisque l'aphasie la plus caractérisée peut exister sans aucune lésion.

Cliniquement, il existe pourtant deux sortes d'aphasie : aphasie sensorielle (Wernicke) et aphasie de Broca. Selon M. P. Marie, le seul fait qui distingue les deux formes cliniques se réduit à la proposition suivante : les aphasiques sensoriels peuvent parler, tandis que, dans l'aphasie de Broca, ils ne le peuvent pas ; ils n'articulent pas (anarthrie). L'aphasie de Broca est donc l'aphasie de Wernicke avec la parole en moins. Ce qui caractérise l'aphasie, ce n'est pas, selon M. P. Marie, le fait de ne pas pouvoir parler, articuler les mots. Le trouble du langage doit être détaché cliniquement et anatomiquement des aspects symptomatologiques des aphasies ; d'accord avec M. Pitres, M. Marie considère ces troubles comme étant communs à toutes les para-

lysies pseudo-bulbaires. L'aphasie vraie est constituée par une déchéance mentale particulière et nullement par le fait de pouvoir ou non parler ou articuler des mots.

Au point de vue de la localisation, on notera que, sur les troubles d'articulation et de langage (anarthrie), tous les anatomistes sont presque d'accord : le siège serait dans la région et dans le voisinage du noyau lenticulaire ou dans le noyau lui-même, ou dans les régions avoisinantes de la capsule interne (partie antérieure et gonon), soit dans la capsule externe. L'anarthrie peut donc être déterminée par une lésion de cette zone dans l'un des deux hémisphères cérébraux. L'aphasie — puisqu'il n'y en a qu'une — serait localisée, selon M. P. Marie, dans les territoires de Wernicke *gyrus supramarginalis*, pli courbe et pieds des deux premières temporales, qui est considéré aussi par Flechsig comme un centre spécial d'association.

Le psychisme des aphasiques est caractérisé surtout par des troubles de l'association des idées. Il ne faut pas croire qu'on puisse dissocier cette force en centres nombreux spéciaux, centres particuliers à l'audition des mots, à la lecture, etc. L'intensité et la nature des aphasies, selon la loi de P. Marie et Guillaumin, seraient liées à l'étendue de la lésion de la zone de Wernicke et des fibres qui en proviennent. Dans l'aphasie de Broca, il y aurait, en outre, une anarthrie ou une lésion dans la zone ou le voisinage du noyau lenticulaire, ce qui est un fait acquis.

La variété des formes aphasiques et des lésions des noyaux gris des centres cérébraux, donc des régions plus ou moins profondes des hémisphères cérébraux, dépend de la nature et de la forme de l'oblitération et du ramollissement de l'artère sylvienne. L'aphasie est toute autre si l'écorce est intacte ou si les couches sous-jacentes sont altérées. La nature de la distribution et la topographie des artères nourricières de la sylvienne augmentent sensiblement les coefficients des variations individuelles des lésions et du ramollissement. L'hémorragie cérébrale peut provoquer, en d'autres termes, l'aphasie, à condition de s'étendre plus ou moins en arrière de la région des noyaux gris centraux (isthme temporo-pariétal) de la substance blanche du lobe. L'hémorragie provoque seulement des troubles d'articulation (anarthrie) quand elle est limitée à la région de ces noyaux gris centraux.

Telle est cette conception nouvelle de l'aphasie ; elle détruit fondamentalement la doctrine classique et elle pose le problème des localisations cérébrales tout autrement que les manuels et les savants nous l'enseignent. Les données de M. Pierre Marie sont basées sur plus de quarante autopsies d'aphasiques et sur l'examen clinique d'une centaine d'aphasiques, champ d'expérience immense quand on songe au temps demandé pour mettre au point cette belle documentation. Les physiologistes diraient peut-être à M. Marie que l'aphasie peut être provoquée simplement par des lésions de l'écorce ; mais M. Marie aurait raison de répondre qu'au point de vue anatomo-pathologique, en clinique, il n'est guère moyen d'étudier autre chose que des lésions en foyer. La doctrine de la localisation cérébrale est certainement à refaire, à être remise au point.

N. Vasehede.

§ 6. — Géographie et Colonisation

La Mission scientifique belge Congo-Nil.

Il est aujourd'hui de peu d'intérêt qu'une Mission africaine ait traversé de part en part le Continent noir ; son importance se mesure uniquement à l'étendue de ses résultats scientifiques. C'est pour cette considération que nous dirons quelques mots du dernier voyage effectué en Afrique par le Commandant belge Lemaire, du bassin du Congo à celui du Nil ; chargé d'une mission politique dans les Territoires à bail, il devait aussi procéder à une reconnaissance des pays situés sur son

itinéraire. De Banana, il remonta le Congo, puis l'Ouellé, passa dans le bassin du Nil et revint par ce fleuve, en août 1905 ; son voyage avait duré plus de trois années. Conduite par le savant et consciencieux officier qui avait dirigé, de 1898 à 1900, la belle exploration du Katanga¹, cette nouvelle Mission ne pouvait manquer de donner encore de sérieux résultats.

On connaît actuellement les résultats des observations astronomiques, magnétiques et altimétriques faites par le Commandant Lemaire et ses collaborateurs, et une carte au millionième de l'itinéraire a été publiée². On y retrouve les qualités de probité et de soin minutieux dont les travaux du chef de la Mission portent toujours la marque.

Les observations ont été effectuées du 5 septembre 1902 au 14 avril 1905. Pendant ce long laps de temps, — trente et un mois et demi — la Mission établit cent trente-cinq positions astronomiques, la première à Léopoldville (position de contrôle), la dernière dans le Bahr-el-Ghazal, à la station des Lophires, sur la rive droite du Ma-Débé.

Pour la situation de Léopoldville, dont les coordonnées avaient été une première fois fixées par Delporte et Gillis en 1890, puis par la Mission du Katanga en 1900, et qui le furent de nouveau par la Mission Congo-Nil, en 1902, le Commandant Lemaire estima devoir prendre une moyenne de ces trois séries de valeurs, ce qui donna : 4° 19' 43" lat. S. ; 15° 18' 25" long. E. Gr. Tenant compte de cette valeur de la longitude de Léopoldville, il modifia en conséquence celles trouvées par Delporte et Gillis pour les positions en amont de cette ville. Les coordonnées de la station des Lophires furent fixées à : 4° 47' 58" lat. N. ; 20° 35' 33" long. E. Gr.

Cette chaîne de positions vient se souder avec celle que la Mission du Katanga avait établie, du 4 août 1898 au 2 septembre 1900, et qui avait débuté au sud du Tanganyika pour se terminer à Léopoldville, et elle a, avec elle, une partie commune, de Léopoldville à Bounha-Station, sur la rive droite du Congo. Dans cette partie commune, la Mission Congo-Nil relit des points déjà faits par la Mission du Katanga, savoir, à Léopoldville, puis à Coquilhatville et à Bounha.

La Mission Congo-Nil ne s'est pas bornée à fixer un certain nombre de positions astronomiques ; elle les a reliées par le relevé détaillé de son itinéraire. Toutefois, cet itinéraire, qui ne compte pas moins de 4.000 kilomètres, ne fut établi qu'au moment où la Mission quitta le fleuve Congo pour entrer dans l'Imbiri ou Boubi, son affluent, à Yambinga, en amont de Bounha. Le Commandant Lemaire en a dressé la carte au millionième. Fidèle à sa méthode stricte, il n'y a porté que ce qu'il a vu par lui-même. Il doit établir par la suite un atlas au 50.000^e, sur le même plan que celui observé pour l'itinéraire de la Mission du Katanga.

De l'Imbiri, qu'il laissa à Bounta, le Commandant Lemaire gagna par terre, à travers une région de forêts, l'Ouellé à M'lima. Le trajet se fit par eau jusqu'à Bam'ili (Bomokandi). A partir de ce point, le reste du voyage fut effectué par terre.

La Mission franchit la ligne de faite Congo-Nil par 1.055 mètres d'altitude au point appelé Angourouba, auquel le Commandant Lemaire donna le nom de Terrasse Elisée Reclus et d'où l'on découvre vers l'est un superbe panorama. Il atteignit les sources du Yé-Yi, affluent du Nil, et explora tout le district montagneux où cette rivière prend sa source et dont l'expression orographique la plus importante est le massif de Koro-Rohé ; il reconnut les deux pics Dagaté (1.210 mètres) et Boméro (1.150 mètres). Le Yé-Yi a ses sources par 1.300 mètres d'altitude.

En suivant le cours du Yé-Yi, la Mission rencontra, au-delà du poste, aujourd'hui abandonné, de Raïai,

¹ *Revue générale des Sciences*, 1901, p. 252.

² Commandant Ch. LEMAIRE : *Mission scientifique Congo-Nil*, in-8°, 53 pages, carte hors texte. Publication de l'Etat indépendant du Congo.

une série de rapides qui recurent le nom de rapides Lambrmont. Laissant plus bas le bassin de Yé-Vi, la Mission passa à l'ouest dans celui du Ialô, affluent du Bahr-el-Ghazal, qu'elle atteignit au village de M'Volo. Là, se précipitant, au milieu de roches granitiques très dures, des rapides que le Commandant Lemaire appela rapides Strauch. A 30 kilomètres environ au nord de M'Volo, la Mission prit contact avec l'itinéraire Marchand. De nombreuses reconnaissances furent entreprises au Nord de la ligne de faite Congo-Nil, dans la région située à l'ouest du Ialô, et cette région fut jointe par des itinéraires au bassin du Congo. Au mont Ba'N'Ginzé (altitude : 900 mètres, sur la ligne de faite, l'itinéraire du Commandant Lemaire a bouclé celui de Schweinfurt.

Au cours de cette Mission, il n'a pas été construit moins de seize stations avec bâtiments, dépendances, jardins et plantations. La faune et surtout la flore économique ont été particulièrement étudiées. Les feuilles de l'atlas au 50.000^e fourniront, comme l'avait fait le Commandant Lemaire dans son atlas de la Mission du Katanga, de nombreuses notes zoologiques, botaniques et géologiques. La mission Congo-Nil a rapporté aussi des observations météorologiques de longue durée, faites en trois points de la vallée supérieure du Nil, qui feront l'objet d'une publication ultérieure.

Gustave Regelsperger.

§ 7. — Enseignement

L'Institut Océanographique. — On sait que le Prince de Monaco vient de fonder à Paris un Institut Océanographique où seront étudiées toutes les questions se rattachant à la science de la mer : navigation, pêches, biologie marine, etc. Cet Institut sera construit sur les terrains que l'Université de Paris vient d'acquérir, rue Gay-Lussac, au coin de la rue Saint-Jacques, sur l'emplacement d'un ancien couvent. Cet immeuble, qui sera édifié par M. Nénot, l'architecte de la Sorbonne, comprendra un vaste amphithéâtre, des laboratoires, une bibliothèque, un aquarium qui sera ouvert au public le dimanche.

Dans la lettre que le Prince de Monaco adressait au Ministre de l'Instruction publique pour lui demander que cet établissement scientifique fût reconnu d'utilité publique, il disait : « C'est pour moi une grande satisfaction de reconnaître ainsi l'hospitalité que Paris et la France accordent à tous les travailleurs de la pensée; j'ajoute que je ne limite pas à l'immeuble qui sera bâti à Paris le patrimoine du nouvel Institut; le Musée Océanographique de Monaco, ses laboratoires, ses collections, ses aquariums et ses dépendances sont dès à présent la propriété de l'Institut Océanographique, auquel j'ai donné pour son fonctionnement un capital de quatre millions ». Cette libéralité est une des plus considérables qui aient été faites en Europe, puisque au total elle dépasse dix millions.

L'enseignement de cet Institut comprendra des cours et des conférences.

Les cours seront faits pour les étudiants; ils seront donc techniques, et comprendront : un cours d'*Océanographie physique*, fait par M. A. Berget, de la Sorbonne; un cours d'*Océanographie biologique*, fait par M. Joubin, professeur au Muséum d'Histoire naturelle; et un cours de *Physiologie marine*, confié à M. Portier, directeur adjoint du Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne. Chacun de ces cours comprendra vingt leçons.

Les conférences s'adresseront surtout au grand public. Commencées en 1904, elles seront continuées et plutôt étendues. Elles ont lieu le soir et sont faites sur des sujets d'actualité marine par des spécialistes désignés par le Conseil de perfectionnement.

Enfin, des conférences seront faites, à des dates fixées par le Conseil, dans les villes maritimes et dans les

centres de pêches, pour initier les pêcheurs aux méthodes nouvelles, rationnelles et rémunératrices.

Les bâtiments de cet Institut ne seront terminés que dans trois ans; mais, grâce à une décision de M. Liard, recteur de l'Académie de Paris, les cours viennent de commencer à la Sorbonne dans l'amphithéâtre de Géologie; quant aux conférences populaires du soir, elles ont lieu dans l'amphithéâtre Descartes.

L'inauguration des cours a eu lieu le 5 novembre devant un auditoire des plus choisis et des plus nombreux. Le Prince de Monaco, qui présidait, a prononcé une allocution dont voici les principaux passages :

« L'œuvre à laquelle j'ai consacré le meilleur de mes forces, en lui gagnant le concours d'une foule d'hommes remarquables dans le monde scientifique, parvient aujourd'hui à une date mémorable pour elle : sa place est faite au sein de l'enseignement français. Et je viens célébrer avec vous le couronnement des efforts par lesquels j'ai voulu combler une lacune dont l'importance grandissait en face des résultats obtenus par mes croisières ou par celles que plusieurs pays avancés multiplient maintenant.

« Voici vingt années que je groupe autour de moi, sur mon navire ou dans mes laboratoires, les savants spéciaux de l'Océanographie; quelquefois sept ou huit pays coopèrent ainsi aux succès de mes entreprises. Le résultat de cette association pour le bien de la communauté humaine prouve que le sacrifice des préoccupations étroites nées dans l'ignorance peut donner aux hommes la vraie fraternité, qui efface la séparation artificielle des frontières, de la politique ou des religions, et la véritable égalité qui exige la participation de chaque individu au travail, selon ses facultés, sous l'égide d'une justice absolue. Je songe avec joie que l'Océanographie aura une grande part dans le triomphe de la liberté scientifique pour soustraire les hommes aux légendes naïves, à la barbarie héréditaire, et pour soumettre la direction de leurs intérêts sociaux à l'influence suprême du mérite et de l'intelligence. »

M. Joubin, professeur au Muséum, qui faisait la leçon d'ouverture, a développé ensuite le programme de son enseignement, qui ne sera pas seulement théorique, mais pratique, car une excursion sera organisée sur les côtes de la Méditerranée. Notons qu'au cours de sa leçon, le professeur a dit au sujet de la pêche : « Toute l'éducation de nos pêcheurs est encore à faire. Dans les temps de disette, lorsqu'ils se plaignent, ils sauraient — s'ils étaient mieux avertis — que ce n'est pas le poisson qui leur fait défaut, mais les notions scientifiques rudimentaires qui leur permettraient d'aller le chercher là où il est. »

Ajoutons que l'Institut Océanographique est dirigé scientifiquement par un Conseil de perfectionnement et matériellement par un Conseil d'administration.

Le Conseil de perfectionnement a pour président le Prince de Monaco; pour vice-présidents, MM. Casimir Perier et le docteur Régnaud, membre de l'Académie de Médecine; pour membres, les Professeurs Berget, Joubin et Portier; M. Bouvier, professeur au Muséum et membre de l'Institut; MM. Liard et de Lapparent, de l'Institut, M. Thoulet, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy et l'un des plus ardents apôtres de l'Océanographie, MM. les Professeurs Herzog (de Strasbourg), Chaves (de Lisbonne), Buchanan d'Edimbourg, Nansen, etc.

Quant au Conseil d'administration, il est présidé par M. Casimir-Perier et comprend M. le docteur Régnaud, MM. Liard, Cailletet et Bequerel, de l'Institut, Georges Kohn, banquier, et Louis Mayer, conseiller du Prince de Monaco.

Enfin, l'Institut Océanographique a été reconnu d'utilité publique et ses statuts approuvés par une décision du Conseil d'Etat du 16 mai 1906.

LES THÉORIES MODERNES

SUR LA STRUCTURE DES MILIEUX CRISTALLISÉS

La question de la structure des cristaux est non seulement à l'ordre du jour pour ceux qui s'occupent de Cristallographie; elle intéresse encore au plus haut point les physiiciens, auxquels elle ouvre un champ nouveau de recherches en introduisant dans les phénomènes qu'ils étudient un nouvel ordre de considérations. Malheureusement, les physiiciens ignorent et dédaignent tout ce qui a trait à l'étude des cristaux; cette branche de savoir leur semble appartenir aux Sciences naturelles, qui n'ont avec leur spécialité aucune espèce de rapport direct. Il suit de là, et je vais essayer de le montrer plus loin, qu'ils sont obligés de recourir à une série d'hypothèses toujours invérifiables, et souvent dénuées de toute vraisemblance, pour expliquer des phénomènes que la connaissance de la structure cristalline explique sans aucune difficulté. Sans doute, les théories que je vais résumer brièvement présentent encore des insuffisances et des cotés faibles; mais, telles quelles, elles renferment assez de certitudes et sont assez générales et assez fécondes, pour qu'il soit intéressant de les présenter au grand public scientifique qui s'intéresse aux progrès de nos connaissances sur les propriétés de la matière.

Remarquons, tout d'abord, qu'il s'agit ici de milieux cristallisés et non de « cristaux ». Ces deux notions, qu'on confond le plus souvent au grand dommage de la clarté, doivent être distinguées très nettement. Le *milieu* est la notion générale qui s'applique à une certaine espèce de matière et qu'on peut supposer indéfinie; le *cristal* est une portion particulière découpée dans ce milieu suivant certaines lois géométriques. Il est facile de voir, en effet, qu'une même matière cristallisée peut donner, par suite de la variation des conditions extérieures, des cristaux grands ou petits, à faces plus ou moins nombreuses, planes ou courbes. Ces formes si diverses et qu'on est parfois fort embarrassé d'identifier, même par la mesure des angles, ont cependant, sauf les exceptions que nous examinerons plus loin, la même structure intime, comme on peut le démontrer par l'étude des propriétés physiques. Ce n'est donc pas la forme extérieure, changeante et variable à l'infini, c'est la structure intime qui est la vraie caractéristique d'une substance donnée. Sans doute, il existe une relation très simple entre cette structure et les diverses formes qu'elle peut revêtir, et c'est même la découverte de cette relation qui a permis à la

Cristallographie de se constituer à l'état de branche pleinement rationnelle; mais cette relation, si simple soit-elle, n'implique pas la nécessité de confondre deux notions radicalement distinctes, celles de contenu et de contenant. C'est de la première seule que nous aurons à nous occuper ici.

Mais il nous faut, avant d'aller plus loin, élucider un autre point qui a son importance. Nous aurons à examiner un certain nombre de théories, parmi lesquelles il nous faudra choisir celle qui se rapproche le plus d'une théorie véritablement scientifique. Or, cela n'est possible que si nous nous entendons au préalable sur le caractère que doit avoir une théorie scientifique. Cela est d'autant plus indispensable que ce terme s'applique couramment aux choses les plus diverses, tantôt aux spéculations purement imaginatives, tantôt à une superstruction d'hypothèses plus ou moins scientifiques, tantôt enfin à des généralisations de faits d'observation. C'est cette dernière signification qui seule est acceptable, à la condition de définir exactement ce que nous entendrons par le mot *généralisation*.

Si nous examinons attentivement toutes les théories scientifiques qui ont été définitivement acquises à la science et sont passées à l'état de vérités positives, nous constaterons sans difficulté qu'elles ont toutes un caractère commun : elles ne sont toutes que des relations découvertes entre un ensemble de faits particuliers et un fait général, sans l'intervention d'aucune hypothèse, et sans que cette relation soit en contradiction avec aucun phénomène appartenant au même ordre de propriétés. Telle est, par exemple, la théorie de la lumière formulée par Fresnel, qui relie tous les phénomènes optiques à l'élasticité, propriété absolument générale puisqu'elle est l'origine de toutes les manifestations d'ordre physique. On pourra donner, comme on l'a fait plus d'une fois, une autre forme aux équations qui expriment cette relation, on pourra définir autrement l'élasticité, la théorie n'en restera pas moins scientifique et éternellement vraie, dans les limites précises pour lesquelles elle a été établie. C'est à ce point de vue que nous allons nous placer. Nous n'accepterons pour valables, parmi les théories de la structure des milieux cristallins, que celles qui auront pour base une propriété plus générale que celles qu'elles sont destinées à expliquer, et qui ne s'appuient que sur des faits d'observation convenablement interprétés.

1

La première en date des théories de la structure interne des cristaux est due à Haüy, l'illustre fondateur de la Cristallographie. Contrairement à ce que nous voyons habituellement en pareil cas, ce n'est pas la loi d'observation à laquelle son nom est resté attaché, établissant un rapport simple entre les paramètres des faces d'un cristal, qui a été le point de départ de sa théorie; c'est la théorie, d'ailleurs tout à fait inadmissible¹, qui l'a conduit à la loi. Elle découlait, il est vrai, directement de la conception théorique; mais Haüy, qui se préoccupait bien plus — et c'est là le côté génial de sa tentative — de la physique que de la géométrie des cristaux, ne l'a jamais formulée. C'est Weiss qui en donna l'énoncé, en rejetant en bloc toutes les considérations théoriques auxquelles elle semblait pourtant si intimement liée. En cela, il a eu raison, car la théorie et la loi n'avaient que des liens artificiels; mais il a eu tort de ne pas chercher une théorie meilleure, de laisser à la loi un caractère purement empirique et de lancer ainsi la Cristallographie dans des considérations exclusivement géométriques, qui n'ont, certes, pas été stériles, mais dont la domination exclusive a beaucoup retardé les progrès de la physique des corps cristallisés.

Je vais rappeler en quelques mots la théorie de Haüy, qui n'est plus depuis longtemps qu'un souvenir historique, car elle a été le premier germe d'où sont sorties toutes les théories modernes. Elle est fondée sur l'observation d'une curieuse propriété qui n'appartient qu'aux corps cristallisés : celle de pouvoir se diviser, de se cliver par le choc suivant des surfaces rigoureusement planes et de directions déterminées. Si le cristal possède trois clivages différents et si nous enlevons successivement des lames suivant ces trois directions, nous verrons disparaître toutes les autres faces du cristal et arriverons finalement à un parallélépipède qui continuera à se cliver jusqu'à ce qu'on arrive, sinon par les moyens mécaniques, du moins par la pensée, à un parallélépipède semblable au premier et qu'on ne pourra plus diviser puisqu'il constitue l'unité physique, la *molécule intégrante* de Haüy. Inversement, si à cette première molécule on accole, parallèlement à ses six faces, d'abord six autres molécules, puis six rangées, et enfin six tranches de molécules en nombre égal ou en nombre différent, suivant les trois directions, on reconstituera le cristal avec toutes les faces qu'il a pu avoir. La loi des paramètres rationnels découle immédiatement de cette conception, puisque les rangées qu'on peut ajouter ou retrancher sont toujours représentées par des nombres entiers.

En résumé, pour Haüy, le cristal était composé de

molécules physiques à forme polyédrique, mécaniquement indivisibles, juxtaposées suivant leurs faces planes sans laisser entre elles aucun intervalle. Cette conception, si ingénieuse dans sa simplicité, qui avait à sa base un fait d'observation et interprétait sans effort un autre fait d'observation fondamental dans l'étude des formes cristallines, fut unanimement acceptée et parut être le dernier mot de la science. En réalité, c'était là une théorie inacceptable ou, pour mieux dire, ce n'était même pas une théorie, dans le sens que nous avons donné à ce mot.

Le *clivage*, sur lequel s'appuie Haüy, loin d'être une propriété générale de la matière cristallisée, est un fait très exceptionnel; il n'est donc pas permis de le mettre à la base d'une *théorie* de la structure cristalline. Dans les cristaux dépourvus de clivage, rien ne nous indique ni la forme ni même l'existence d'une molécule intégrante, qu'on admet par une analogie dans ce cas fort peu légitime, et qu'on détermine au moyen d'hypothèses souvent arbitraires.

Mais il y a autre chose encore. Haüy commet la lourde faute d'assimiler le petit polyèdre élémentaire auquel il arrive par l'action mécanique à la *molécule physique*. Rien n'est cependant plus différent que ces deux unités, qui constituent le substratum de deux ordres de propriétés essentiellement distinctes. Lorsque nous avons fondu un cristal clivable, la molécule intégrante a disparu en même temps que la structure cristalline, sans que la molécule physique soit atteinte, car le corps continue à jouir de toutes les propriétés que nous appelons physiques : il a sa densité, sa dureté, il réfléchit ou réfracte la lumière, il conduit la chaleur. Enfin, — et ce n'est pas la moindre des objections qu'on peut lui faire, — la théorie de Haüy nous ramène à la vieille conception aristotélicienne de la continuité de la matière, qui est en contradiction formelle avec l'ensemble de nos connaissances physico-chimiques. Les molécules intégrantes de Haüy, qui sont des polyèdres solides, remplissent en effet l'espace sans lacunes; dès lors, comment les corps peuvent-ils se dilater ou se contracter comme ils le font par l'action de la chaleur ou de la pression?

Dans un Mémoire très remarquable paru en 1843, un élève de Haüy, Delafosse, mit très bien en lumière ces insuffisances des idées de son maître, et tenta de les amender. Pour lui, la molécule intégrante n'est plus un solide : c'est une maille parallélépipédique sur les nœuds de laquelle sont disposées huit molécules physiques; le cristal cesse d'être une continuité de petits polyèdres et devient un réseau de points matériels séparés les uns des autres. La division mécanique aboutissait à la

maille, elle laissait intactes les molécules; c'était là une idée très profonde et très juste. Malheureusement, elle restait toujours, comme chez Haüy, intimement liée au clivage, se présentant sous forme d'hypothèse dont on n'apercevait pas la nécessité, car Delafosse n'en avait tiré aucune autre conclusion que celles qui découlaient directement de la théorie qu'il combattait. C'est à Bravais qu'appartient l'honneur d'avoir fécondé cette idée et de l'avoir fait servir de base à une véritable théorie de la structure cristalline.

II

Esprit profondément philosophique et géomètre excellent, Bravais comprit tout de suite la portée de la conception de Delafosse; mais, au lieu de la rattacher au phénomène tout à fait accidentel du clivage, il chercha à la relier à quelque propriété absolument générale des corps cristallisés. Or, la propriété qui est ici de beaucoup la plus caractéristique est l'homogénéité, mais une homogénéité particulière, variable avec la direction. Nos observations les plus précises montrent, en effet, que la forme extérieure aussi bien que les propriétés physiques demeurent les mêmes suivant une direction donnée, mais changent sitôt que nous considérons une direction voisine.

On a fait à cela deux objections spécieuses. On a dit que l'homogénéité peut n'être qu'apparente et résulter de l'imperfection de nos moyens d'observation; mais c'est là une remarque qui peut s'adresser à tous les faits sans exception. La surface des phénomènes lumineux n'est peut-être un ellipsoïde que parce que nos mesures ne sont pas assez précises; les proportions des combinaisons chimiques ne seraient peut-être pas définies si nous étions plus sûrs de nos procédés analytiques. Les généralisations scientifiques ne peuvent et ne doivent pas dépasser l'exactitude des faits observés sous peine de tomber dans la pire des métaphysiques. La seconde objection a une apparence plus sérieuse. Il est certain qu'il existe des corps manifestement inhomogènes, même dans une direction donnée et qui sont cependant incontestablement cristallisés. On peut répondre à cela qu'il est très heureux que Bravais ne les ait pas connus, ou, plus exactement, qu'ils aient été fort rares de son temps; il se serait perdu dans le dédale des complications, au lieu de trouver la règle très simple qui permet aujourd'hui de les interpréter. C'est le propre des grandes conceptions scientifiques de s'arrêter au principal et d'élaguer les détails secondaires, sauf à les faire rentrer plus tard dans la loi commune.

En tout cas, la théorie, telle que l'a présentée Bravais, ne s'applique qu'aux cristaux homogènes;

nous pourrions essayer de la modifier, de la compléter, mais nous n'avons aucun droit de l'étendre, telle quelle, aux corps qui sont dépourvus de cette homogénéité.

Voilà donc un premier point acquis. Il existe des corps cristallisés dans lesquels les propriétés sont identiques suivant toutes les directions parallèles à une direction donnée et varient suivant les autres directions, qui sont, comme on dit, homogènes et anisotropes en même temps. Pour faire servir ce fait d'observation à l'interprétation de la structure, il nous faut en chercher la cause intime sans recourir à aucune autre notion que celle qui est à la base de toute la Physique, la notion de la discontinuité de la matière. Puisque tous les corps matériels sont constitués par des molécules identiques entre elles et séparées par des intervalles, il n'y a pas deux manières d'interpréter l'homogénéité et l'anisotropie : dans la première, les molécules sont à des distances égales; dans la seconde, à des distances différentes. La substance cristalline est donc formée de telle sorte que les molécules y sont équidistantes dans chaque direction donnée; mais la distance qui les sépare est différente si nous considérons une autre direction. Pour ne pas prêter à l'équivoque et ne pas préjuger de la nature de ces molécules, remplaçons-les par des points qui représenteront leur centre de gravité. Si maintenant, à partir d'un point donné, nous prenons trois directions telles qu'il n'existe entre elles aucun point, et si, par chacun des points situés sur chacune des trois directions, nous menons des parallèles aux deux autres directions, nous construirons un réseau parallépipédique dont les points occuperont les nœuds. Cette construction, qui est, en somme, celle de Delafosse, n'est pas le résultat d'une hypothèse, comme on l'a prétendu plus d'une fois : elle n'est que la représentation géométrique de ces trois faits fondamentaux : *la discontinuité de la matière, l'homogénéité d'une certaine classe de corps cristallisés et leur constante anisotropie.*

Nous nous trouvons ainsi, pour la première fois, en présence d'une véritable *théorie* de la structure cristalline; elle s'appuie sur des propriétés infiniment plus générales que celle qu'il s'agit d'interpréter sans faire intervenir aucune considération étrangère. De cette théorie, que nous appellerons *réticulaire*, découle immédiatement, comme dans le cas des molécules intégrantes de Haüy ou des mailles de Delafosse, la loi de la rationalité des paramètres et, par conséquent, la loi de symétrie, qui n'en est qu'un autre énoncé et qui, convenablement interprétée, permet de déduire l'ensemble de tous les polyèdres cristallins possibles.

C'est ici le lieu de faire une remarque historique qui a son intérêt. Les cristallographes allemands,

tout en reconnaissant l'importance et l'indépendance de l'œuvre de Bravais, réclament la priorité pour leur compatriote Hessel, qui, vingt ans auparavant, avait trouvé les trente-deux classes possibles de cristaux auxquelles Bravais était arrivé. Il y a là un malentendu qu'il importe de dissiper, sans qu'il soit besoin pour cela d'amoindrir le très grand mérite du géomètre allemand. Il est parfaitement exact que c'est à Hessel — dont l'œuvre était si peu connue et si bien oubliée qu'elle n'a été découverte qu'il y a une quinzaine d'années — que revient l'honneur d'avoir tiré de la loi de Haüy toutes les conséquences qu'elle comporte. Sous ce rapport, Bravais n'a donc fait qu'imiter, sans s'en douter, l'œuvre de Hessel, comme l'a imitée Gadowin qui, vingt ans plus tard, arriva au même résultat sans connaître les travaux de ses deux prédécesseurs.

Mais Bravais a fait plus, et c'est en cela que consiste son originalité. Il a donné une base scientifique à la loi de Haüy en la déduisant directement de la structure réticulaire, expression géométrique de sa définition de l'homogénéité de la matière anisotrope et discontinue. La loi de Haüy, abstraction faite de la conception théorique inacceptable sur laquelle il l'avait appuyée, était restée jusque-là à l'état purement empirique, et son exactitude n'était nullement certaine. Nos mesures les meilleures ne conduisent que très accidentellement à des nombres rationnels, et il nous est impossible de savoir si c'est la loi qui est insuffisante ou nos données expérimentales qui manquent de précision. La théorie réticulaire, dans laquelle les faces et les arêtes ne sont que des plans ou des rangées du réseau, nous montre avec une entière évidence que les rapports entre les paramètres de ces faces et de ces arêtes ne peuvent être que des nombres entiers. La loi de Haüy devient ainsi une loi aussi certaine et aussi exacte que n'importe quelle loi de la Physique.

Il ne faut pas oublier, comme on le fait trop souvent, que les cristaux sont des polyèdres et en même temps des corps solides; que, dès lors, leur étude comporte deux problèmes, importants tous les deux, mais de nature essentiellement distincte: un problème de Géométrie et un problème de Physique moléculaire, l'examen de la forme extérieure et l'examen de la structure intime. On peut, dans ses recherches personnelles, s'en tenir de préférence à l'un ou à l'autre côté de la question; mais il importe de ne pas perdre de vue qu'elle a une double face et qu'une théorie vraiment scientifique doit l'embrasser dans son entier.

Hessel, le premier, a résolu le problème géométrique. Bravais, le premier, a donné une solution du problème physique. La solution de Hessel est

définitive et indiscutable, puisque deux autres méthodes tout à fait indépendantes ont abouti au même résultat; peut-on en dire autant de la solution de Bravais, qui se rapporte à un ordre de faits infiniment plus complexes? C'est là une question qui mérite d'être examinée. Si l'on accepte son point de départ, — sa définition de l'homogénéité anisotrope, — il est facile de se convaincre que ses raisonnements sont irréprochables et, par conséquent, la théorie réticulaire hors de toute contestation. Et pourtant cette théorie est en contradiction formelle avec des faits d'observation qu'il est impossible de nier; il doit donc y avoir quelque part une insuffisance qu'il faut rechercher.

La structure réticulaire, si simple et si naturelle qu'elle paraisse, implique deux conditions particulières indispensables. Dans un réseau, chaque nœud d'une rangée donnée, qui est représenté conventionnellement par un point, mais qui est occupé en réalité par un corps matériel, est amené en coïncidence avec les autres nœuds par un simple mouvement de translation de grandeur toujours égale, d'où il suit immédiatement que toutes les molécules sont disposées parallèlement. En second lieu, les corps occupant les nœuds du réseau doivent posséder dans chaque cas une certaine symétrie particulière, car, s'il n'en était pas ainsi, ils devraient toujours se disperser sur un même réseau, ce qui revient à dire que tous les cristaux devraient être identiques. Or, il existe des cristaux de structure en apparence très régulière et dans lesquels, cependant, la première condition n'est certainement pas réalisée; leurs propriétés physiques montrent clairement que les molécules, quoique régulièrement disposées, ne sont pas parallèles entre elles. Tels sont les cristaux doués du pouvoir rotatoire, le quartz par exemple.

On peut, il est vrai, amender la théorie de Bravais, comme jadis Delafosse avait amendé la théorie de Haüy, et la mettre ainsi en harmonie avec les faits observés. C'est ce que Mallard a essayé de faire avec beaucoup de succès. Il a admis que, dans certains cas, il pouvait y avoir, au lieu d'un réseau unique, n réseaux ayant tourné l'un par rapport à l'autre n fois autour d'un axe d'ordre n . Une pareille distribution ne peut exister que si le réseau est extrêmement voisin d'un réseau à symétrie supérieure, que si le parallélogramme qui représente la maille plane est à peu de chose près de 120° ou 90° , la symétrie supérieure ne comportant que des axes d'ordre 3, 4 et 6 en vertu de la loi de la rationalité des paramètres. Une semblable interprétation suffit, en effet, pour faire rentrer dans la règle tous les corps qui paraissent en contradiction avec la théorie si simple et si ingénieuse de Bravais; mais elle lui porte en même temps une grave

atteinte. Sa base fondamentale — la conception de l'homogénéité — est ébranlée, car, dans les corps construits suivant l'idée de Mallard, les molécules de positions identiques ne sont plus équidistantes. Ces corps sont encore *réguliers*, ils ne sont plus *homogènes* dans le sens que Bravais donnait à ce mot. La théorie perdait ainsi son principal mérite : elle ne s'appliquait plus qu'à des structures particulières, et il devenait nécessaire de chercher une conception plus générale.

111

Trois esprits éminents se sont occupés de ce problème, qui, cette fois, paraît définitivement résolu : M. Sohncke, puis, quelques années plus tard, et presque simultanément, M. Fedorow¹ et M. Schönfliess. C'est ce dernier surtout qui, dans une œuvre magistrale, a présenté avec le plus de clarté les résultats acquis. Nous avons vu que Bravais supposait la matière cristallisée constituée par des molécules toutes identiques entre elles et *douées de symétrie*. Cette supposition est parfaitement légitime ; mais, il faut bien le reconnaître, elle ne représente qu'une part de la vérité. Puisqu'elles possèdent des éléments de symétrie, il faut que ces molécules soient un assemblage de molécules plus simples qui n'ont plus besoin d'être douées de symétrie, mais sont astreintes à la condition d'être toutes identiques entre elles. Ces molécules plus simples sont, ou du moins peuvent être encore, des unités complexes. En effet, considérés d'une façon générale, tous les corps, qu'ils soient cristallisés ou amorphes, sont des composés chimiques renfermant plusieurs éléments et, par conséquent, plusieurs atomes de grandeur et de propriétés différentes.

En disséquant ainsi la molécule de Bravais, qui est son unité de construction, on arrive à des unités réellement irréductibles physiquement aussi bien que chimiquement, et à une conception de l'homogénéité anisotrope aussi générale qu'il est possible de l'imaginer. *Les corps cristallisés sont constitués par des éléments absolument indivisibles, hétérogènes par leur nature même, n'ayant aucune symétrie, pouvant avoir dans l'espace une position quelconque et qui ne sont soumis qu'à cette condition : qu'autour de chacun d'eux les autres éléments soient disposés de la même manière.* La notion d'*homogénéité* est remplacée ainsi par la notion de *régularité* de distribution, et le problème, débarrassé de toutes conditions physiques restric-

tives, devient un problème de Géométrie pure, celui de la recherche de toutes les positions possibles d'un système de points indéfini et régulier ou, si l'on veut, de tous les mouvements nécessaires pour amener en coïncidence un système de points avec un autre système de points du milieu, sous la condition qu'il n'y ait pas d'autres axes de symétrie que ceux d'ordre 2, 3, 4 et 6, seuls compatibles avec l'existence des rapports rationnels entre les paramètres.

Nous avons vu que, dans le réseau de Bravais, dans lequel toutes les molécules sont identiques, parallèlement placées et douées de symétrie, chacune d'elles était amenée en coïncidence avec sa voisine par un simple mouvement de translation, la symétrie du réseau étant déterminée par la symétrie de la molécule. Il en est tout autrement ici, puisque nous avons affaire à des éléments sans aucune symétrie et d'une manière générale hétérogènes ; on peut même se demander comment il sera possible de construire un corps symétrique avec des matériaux aussi disparates. La symétrie exige, en effet, que les matériaux disposés autour d'axes, de plans ou de centres soient rigoureusement semblables.

La question se ramène ainsi à la constitution d'une unité toujours identique à elle-même, quel que soit le nombre d'éléments distincts qui entrent dans la composition du milieu. Sa solution ne présente aucune difficulté : il suffit de former une portion telle qu'elle renferme *un* de chacun des éléments distincts que le milieu renferme. L'espace supposé indéfini se trouvera partagé ainsi en fractions identiques, puisque, par définition, la matière dans les corps cristallisés se trouve disposée identiquement autour de chaque point arbitrairement choisi. À ces domaines très nettement définis géométriquement par cette double propriété d'être de constitution hétérogène absolument quelconque et de n'être astreints à aucune condition de symétrie, M. Fedorow a donné le nom de *stéréocèdres* et M. Schönfliess de *domaine fondamental*.

Une fois en possession de cette unité aussi simple et aussi générale que possible, puisqu'elle existe nécessairement dans tous les corps sans exception, nous n'avons plus qu'à la soumettre à tous les mouvements caractéristiques d'une symétrie donnée, rotation, translation, réflexion sur un plan, ou combinaison de ces divers mouvements, pour constituer non un polyèdre, mais une portion de l'espace, de structure plus compliquée, renfermant comme parties constituantes un certain nombre de domaines fondamentaux et douée de symétrie. M. Schönfliess lui donne le nom de *domaine complexe* et M. Fedorow de *parallélèdre*. Le milieu se trouve ainsi partagé en domaines de struc-

¹ Les auteurs allemands écrivent von Fedorow. La particule *von*, l'équivalent du *de* français, ne s'applique en Russie qu'aux noms d'origine germanique ; elle n'a absolument aucun sens dans les noms d'origine russe.

ture plus ou moins compliquée, mais tous identiques entre eux et également distribués dans l'espace. On voit tout de suite que ces domaines sont identiques par l'ensemble de leurs propriétés aux molécules de Bravais, et il suffit de leur faire subir un nombre indéfini de fois des mouvements de translation dans trois directions non parallèles pour reconstituer la structure réticulaire.

Il suit de là que les deux théories, malgré la différence de leur point de départ, se déduisent immédiatement l'une de l'autre, la théorie nouvelle n'étant que le prolongement de la théorie de Bravais. En analysant, en disséquant les parties constituantes du réseau, en leur enlevant un à un leurs éléments de symétrie, on arrive aux domaines fondamentaux de Schönflies, et ces domaines, groupés de façon à acquérir la symétrie, nous ramènent par synthèse au réseau de Bravais. Remarquons aussi que la théorie nouvelle, pas plus que la théorie réticulaire, ne fait appel à aucune hypothèse; elle place, elle aussi, à sa base, la notion de la discontinuité de la matière, la notion de l'homogénéité (qu'elle définit à sa manière) et la loi de symétrie qui découle de la loi de Haüy. Entre les deux théories, il n'y a qu'une différence essentielle: la façon de concevoir l'homogénéité, plus large et plus compréhensive dans la théorie nouvelle.

A ces deux théories, on a opposé une objection au nom de la Philosophie expérimentale. On a dit qu'elles ne valaient que par la loi d'observation qui est à leur base, que cette base seule était vraie et que tout le reste devait être rejeté, comme une inutile superfétation. Il est facile de montrer que cette objection n'est pas valable. La loi d'observation n'introduit dans la théorie qu'une condition restrictive, elle n'en change pas la nature. Supposons un instant que la loi de Haüy soit reconnue comme inexacte et que des axes quinaires, par exemple, soient possibles. Les domaines fondamentaux et les domaines complexes n'en existeront pas moins; mais, pour passer des premiers aux seconds, il faudra une série d'autres mouvements que ceux dont nous nous contentons aujourd'hui. De même, si l'on se place au point de vue de la théorie réticulaire, la molécule de Bravais et son réseau n'en subsisteront pas moins, mais il faudra leur attribuer une symétrie plus compliquée que celle qui résulte de la rationalité des rapports des paramètres.

Il y a donc dans les deux théories quelque chose de plus que la loi de Haüy, quelque chose qui sert de support à cette loi et qui lui donne le caractère de certitude que l'observation seule, si exacte qu'on la suppose, ne saurait jamais donner. Elle n'est plus une généralisation de faits isolés plus ou

moins exacts; elle devient une nécessité découlant directement d'autres faits infiniment plus généraux et dont la constatation comporte des erreurs infiniment moindres.

On peut, sans doute, donner à l'objection une autre forme et se demander si ces considérations théoriques, qui apportent un point d'appui à la loi de Haüy, peuvent servir à autre chose qu'à interpréter ce que cette loi interprète très suffisamment, car ce n'est que dans ce cas qu'elles pourraient avoir pour nous une réelle utilité. C'est ce point, d'une importance capitale, que je vais examiner maintenant.

IV

Avant d'aborder ce côté de la question, il nous faut connaître la signification physique précise des différents éléments de construction dont se servent les deux théories. Bravais, Sohncke et Schönflies se sont contentés de considérer des points figurant des centres de gravité, sans se préoccuper de la nature des corpuscules dont ces centres étaient la représentation. Ils ne pouvaient et ne devaient pas procéder autrement, car leurs théories sont purement géométriques, et la Géométrie ne peut aboutir à des résultats valables qu'à la condition d'opérer sur des valeurs purement abstraites, débarrassées de toutes les conditions physiques qui en compliquent la nature. Mais les déductions exclusivement géométriques, si grand que soit leur degré de certitude, ne sauraient nous suffire dans l'étude des cristaux qui sont des corps essentiellement concrets, doués de très multiples propriétés. Il s'agit donc, avant tout, de savoir si les unités déduites mathématiquement correspondent aux unités auxquelles l'étude des phénomènes si variés observés dans les corps inorganisés nous a amenés.

A quoi nous servirait, en effet, la rigueur des déductions si elle ne nous donnait un moyen d'interpréter rationnellement des faits connus, et de prévoir des faits nouveaux?

Prenons la théorie nouvelle, puisqu'elle est la plus générale et que la théorie de Bravais, ainsi que je viens de le dire, s'en déduit sans difficulté. Et d'abord qu'est-ce que le *domaine fondamental*, que Schönflies laisse complètement indéterminé, et dont la constitution n'est soumise ni à la loi de symétrie, ni même à la notion générale de la régularité de distribution de la matière dans un corps homogène? Sa propriété la plus caractéristique est de contenir un des éléments divers en quantité et en qualité dont un corps donné est composé; or, cette diversité est une notion purement chimique, sur laquelle la Physique n'a aucune prise. C'est la Chimie qui fixe le poids et la nature de ces éléments et, par la loi des proportions définies, déter-

mine leurs rapports dans chaque cas particulier.

Il suit de là que le contenu des *domaines fondamentaux*, auquel M. Wallerant a donné le nom de *particules fondamentales*, correspond exactement à ce que nous appelons les *molécules chimiques*, c'est-à-dire à des associations d'atomes ou de groupes d'atomes hétérogènes, et par cela même incapables de former des assemblages doués de symétrie. Leur structure intime ne nous regarde pas, et c'est affaire aux chimistes de les arranger comme ils l'entendent. Nous les prenons toutes faites, et nous nous en servons comme de matériaux nous permettant de construire les *domaines* ou les *particules* (Wallerant) *complexes*, qui seules intéressent la structure cristalline, dont le principal caractère est l'homogénéité, c'est-à-dire la *présence d'éléments constitutifs identiques entre eux*.

La particule complexe devient ainsi le synonyme du terme un peu vague de *molécule physique*, qui n'est en somme que la dernière limite de la divisibilité de la matière par les agents purement physiques. Il conviendrait mieux, à mon sens, de lui donner le nom de *particule cristalline*, car c'est elle qui intervient directement dans la structure du milieu cristallin. On pourrait objecter sans doute que ce nom a une signification spéciale, qu'il existe des corps amorphes, et que ces corps possèdent, tout comme les corps cristallisés, des molécules physiques. Mais rien ne nous démontre que les molécules qui entrent dans la constitution des corps amorphes soient différentes de celles qui forment les cristaux : tout concourt, au contraire, à faire admettre que les différences essentielles qui existent entre les deux états de la matière tiennent non à la qualité des molécules, mais à leur distribution dans l'espace. Le verre, qui est un type classique de substance amorphe, ne cristallise-t-il pas dès qu'on le ramollit par la chaleur et qu'on le refroidit lentement ? Une solution concentrée rapidement évaporée ne donne-t-elle pas souvent un vernis, alors qu'elle dépose de beaux cristaux lorsque l'évaporation a été lente ?

Après avoir donné leur vraie signification aux éléments constitutifs du cristal, qui dans les théories de structure ne sont que des représentations géométriques, il nous faut préciser la notion du réseau. Il est le résultat de deux sortes d'actions qu'il faut distinguer soigneusement : action de *direction* et action de *cohésion*. Il faut, en effet, pour qu'un réseau puisse exister, que les particules cristallines s'orientent parallèlement à leurs éléments de symétrie, et qu'elles soient en équilibre entre elles en vertu de leurs attractions mutuelles. Sans cette double condition, aucun *cristal* n'est possible, car un cristal est caractérisé par l'existence de plans qui le limitent, et ces plans ne

sont possibles que si la structure est réticulaire.

Ces points fixés, nous pouvons examiner rapidement quelques-unes des multiples applications des théories de la structure aux faits observés. La première de ces applications a une importance particulière, car elle tient à tout un chapitre de la Chimie, fort à la mode aujourd'hui et auquel on a donné le nom de Stéréochimie. On y considère la molécule tantôt comme symétrique, tantôt comme dissymétrique, et on en déduit les propriétés *physiques* qu'elle peut avoir. Nous avons vu que la particule fondamentale — l'équivalent de la molécule chimique — ne peut avoir de symétrie, ou, du moins, si elle en possède une, cette symétrie n'intervient à aucun degré dans les conditions de structure du milieu cristallin. Que les atomes soient disposés d'une façon ou d'une autre dans l'intérieur d'une molécule, cela n'ajoute ou ne retranche rien aux éléments de symétrie de l'édifice, qui seuls régissent les propriétés physiques dépendant de la symétrie. Du reste, l'indigence des conceptions géométriques de la Stéréochimie suffit à montrer toute son inanité. Elle place des centres de symétrie dans des polyèdres qui, comme le tétraèdre, n'en ont point, et elle n'admet que des *plans* de symétrie, oubliant que ces plans entraînent l'existence d'axes qui rendent illusoire le pénible échafaudage de ses constructions.

Une seconde application est non moins intéressante, car il s'agit d'une propriété jadis exceptionnelle, aujourd'hui reconnue très générale, celle du polymorphisme. Dans le langage courant, c'est le changement de forme sans changement de composition chimique, définition bien vague tant qu'on ne connaît ni l'origine de la forme, ni l'influence de la composition, et qui devient très claire lorsqu'on la traduit dans la langue précise de la nouvelle théorie de la structure. La particule fondamentale est restée la même ; seule, la molécule complexe, la particule cristalline a changé de structure, entraînant nécessairement le changement de réseau dont elle occupe les nœuds. Ainsi s'établit d'une façon très simple, du moins en théorie, la distinction entre l'isomérisie, qui se passe dans l'intérieur de la particule fondamentale, et le changement de forme, qui n'atteint que la particule cristalline.

Dans le même ordre d'idées, nous trouvons une interprétation rationnelle des corps *pseudo-symétriques*, ces édifices curieux si bien étudiés par Mallard, et dans lesquels l'enveloppe cristalline extérieure ne correspond plus aux propriétés internes : ces cubes biréfringents, ces rhomboèdres biaxes. Ce sont là des assemblages de plusieurs réseaux identiques, mais différemment orientés, produisant ainsi des milieux qui ne sont plus

homogènes dans le sens de Bravais, mais qui le sont au sens de la nouvelle théorie. Ce qui le prouve, c'est que, dans le plus grand nombre des cas, les propriétés physiques de ces assemblages sont infiniment variables, comme sont variables les proportions des diverses orientations du réseau, malgré l'apparente conformité de la forme extérieure.

On voit ainsi que, sous une même enveloppe, il peut exister trois milieux différents : un milieu homogène dans le sens étroit du mot, un milieu inhomogène régulier et enfin un milieu tout à fait hétérogène; cela montre une fois de plus combien l'étude du milieu est plus importante à tous les points de vue que l'étude de la forme cristalline.

Mais c'est dans l'interprétation de l'isomorphisme que la théorie nouvelle devient particulièrement utile. Dans la théorie de Bravais, cette persistance de la forme, par conséquent du réseau, malgré le changement de composition chimique, est absolument inexplicable. Si l'on admet avec Mallard que chaque espèce de molécule chimique a son réseau propre et que ces réseaux se superposent ou se juxtaposent, on arrive à une double contradiction. La molécule chimique, qui n'a aucune symétrie, ne peut constituer un réseau dont les nœuds, nous l'avons vu, doivent être des corps symétriques, et un milieu formé par cette succession de réseaux ne serait plus un milieu homogène dans le sens que Bravais donnait à ce mot, car, dans chaque direction, il y aurait des distances variables entre molécules différentes. Il faut donc de toute nécessité que le mélange isomorphe se fasse dans un domaine où nulle symétrie n'est exigée, c'est-à-dire dans le *domaine fondamental* de Schönliess. Nous avons supposé, il est vrai, que ce domaine ne renferme qu'une molécule chimique, mais rien ne nous empêche, comme M. Wallerant l'a fait remarquer avec juste raison, d'admettre l'existence simultanée de plusieurs molécules, à la condition qu'elles soient distribuées de façon à n'engendrer aucun élément de symétrie. Tout s'explique ainsi sans difficulté, tout rentre dans l'ordre, et nous reconstituons un milieu homogène anisotrope malgré la proportion quelconque qui peut exister entre les corps mélangés.

Il est, enfin, un dernier point resté jusqu'ici fort obscur, presque mystérieux, sur lequel la nouvelle théorie jette quelque lumière. La notion du réseau caractéristique de la structure cristalline suppose l'existence d'un corps rigide, puisque la forme et les dimensions de la maille parallépipédique demeurent fixes, sauf les légères modifications que peuvent leur faire subir les efforts mécaniques ou l'action de la chaleur. Or, il existe incontestablement des cristaux mous et même des cristaux liquides. Les idées

de cristallinité et de fluidité sont si contradictoires qu'il ne semble pas possible de les concilier et de leur appliquer une même théorie. Une remarque à laquelle j'ai fait allusion tout à l'heure va nous permettre de tourner la difficulté.

J'ai dit plus haut que le réseau est le résultat de deux actions simultanées sur la particule cristalline. Mais, d'une manière générale, comme M. Wallerant l'a fait observer, ces actions ne sont pas nécessairement concomitantes : elles ont chacune leurs conditions spéciales et leurs lois particulières. Si c'est la cohésion seule qui intervient, nous aurons un corps solide amorphe; si c'est l'orientation qui se manifeste exclusivement, nous aurons un corps anisotrope et en même temps plus ou moins liquide. Ce ne sera pas sans doute un cristal dans le sens que nous attachons à ce mot : il n'aura pas de faces, puisqu'il ne possède pas de réseau, il n'obéira plus à la loi de Haüy; mais ce sera cependant un édifice qui aura sinon toutes, du moins quelques-unes des propriétés du cristal, celles qui dépendent de la symétrie des particules cristallines et de leur orientation régulière.

Ici se place une question capitale pour la Physique moléculaire et à laquelle, dans l'état présent de nos connaissances, nous ne pouvons donner aucune réponse générale. Quelles sont, parmi les propriétés physiques, les propriétés optiques, qui sont le mieux étudiées par exemple, celles qui appartiennent en propre à la molécule chimique, à la particule cristalline et enfin au réseau? Tout ce que nous pouvons dire avec certitude, c'est que nos idées actuelles sont inexactes, en quelques cas particuliers du moins. C'est ainsi que nous avons admis sans conteste que la biréfringence dépendait des propriétés des particules et du réseau, et cette conception se trouve à la base de toutes nos théories et de toutes nos hypothèses. Les cristaux liquides nous montrent avec une entière évidence que le réseau ne joue aucun rôle dans le phénomène, car, lorsque ces cristaux se solidifient à une certaine température, lorsqu'ils acquièrent par conséquent une structure réticulaire, leur biréfringence ne change pas.

D'autres problèmes plus embarrassants encore se dressent devant nous, qui démontrent que, si la structure géométrique des milieux cristallisés peut être considérée comme parachevée, nos connaissances de la structure physique sont encore bien incomplètes. A quelles propriétés particulières les corps optiquement biaxes, comme le sulfate de magnésie, doivent-ils leur pouvoir rotatoire? Que sont au juste les figures de corrosion produites par l'action rapide d'un solvant sur les faces d'un cristal? On s'est contenté jusqu'ici de rattacher tous ces phénomènes à la présence ou à l'absence d'une certaine symétrie de la forme extérieure; mais, outre

qu'on serait bien en peine de trouver à ces coïncidences une raison théorique quelconque, la coïncidence elle-même n'est nullement constante. On connaît un grand nombre de corps doués de pouvoir rotatoire qui ne possèdent jamais de faces plagiédres, et des figures de corrosion dissymétriques dans des substances qui, comme le sulfate de nickel quadratique, ont toutes les apparences de la plus parfaite symétrie. Il faut donc aller chercher plus profondément, dans les conditions de structure, la cause de ces faits si singuliers.

Je dois ajouter, pour terminer ce très rapide examen des applications possibles, que la théorie comporte d'autres conséquences plus éloignées, plus indirectes, mais non moins intéressantes. Puisque la particule complexe ou particule cristalline représente l'unité physique, propre à tous les corps amorphes ou cristallisés, aucune opération purement physique ne peut la modifier, à moins de modifier en même temps les particules fondamentales dont elle se compose. Il suit de là que, lorsque nous fondons, nous dissolvons ou vaporisons *sans décomposition* un corps amorphe ou cristallisé, nous ne faisons que détruire la cohésion ou le réseau et mettre en liberté les particules cristallines. Si une décomposition se produit, si, par exemple, nous chauffons le bisulfate de potasse au-delà de sa température de fusion, si nous dissolvons dans l'eau du nitrate neutre de bismuth, si nous évaporons à très haute température le soufre ou l'iode, la particule fondamentale caractéristique de la substance est désorganisée, une autre particule fondamentale se reforme, et produit une autre particule cristalline qui, suivant les circonstances, se dépose ou ne se dépose pas sur un réseau.

Cette conclusion, qui ressort directement de la théorie de la structure, nous montre dans quelle impasse opèrent les hypothèses de ce qu'on a appelé, un peu pompeusement peut-être, la « Physico-chimie ». On y admet sans hésitation cet inconcevable miracle de la destruction du réseau, de la particule et de la molécule chimique elle-même, par le simple contact de l'eau; on y cherche, sans s'inquiéter un instant de ce qu'est un cristal, des rapports directs entre la composition et la forme cristalline, entre la notion purement chimique de poids atomique et la conception exclusivement géométrique de symétrie.

Si les chimistes et surtout les physiciens connaissaient mieux les travaux des cristallographes, et si les cristallographes se préoccupaient davantage de préciser et de propager les vérités qu'ils ont acquises, tant d'efforts ne seraient pas perdus à la solution d'insolubles problèmes. Ils apercevraient nettement les limites entre lesquelles leurs hypothèses peuvent se mouvoir sans devenir invrai-

semblables, et apprécieraient mieux la différence si profonde qui existe entre les phénomènes physiques et les phénomènes chimiques.

Sans doute, les théories modernes n'abordent qu'un des côtés de la question. Elles supposent les éléments constitutifs du cristal à l'état de repos, ce qui certainement n'est pas exact, mais ce qui est parfaitement légitime, car les mouvements qui peuvent exister, vibrations ou rotations, se produisent autour d'un point que nous considérons comme fixe. C'est tout ce que nous pouvons faire présentement. A l'avenir d'aborder et de résoudre la dynamique des unités qui composent le milieu cristallisé.

V

Dans cet article, que quelques-uns trouveront peut-être trop long, et que j'ai eu beaucoup de peine à faire si court, j'ai résumé l'état actuel de la question de la structure cristalline, montré sa fécondité et répondu en même temps, je le crois du moins, aux objections qui ont été présentées plus d'une fois, et notamment en ces derniers temps, par un savant des plus distingués, connu par de très intéressants travaux. Dans une série de Mémoires et dans un volume important, M. G. Friedel s'élève, au nom des traditions de la Cristallographie française, contre ce qu'il appelle les « hypothèses » d'outre-Rhin. A son avis, il nous faut revenir à Haüy, nous en tenir à sa loi d'observation, et n'accepter les théories de structure que comme des tentatives très intéressantes sans doute, mais en somme illusoires et stériles. Au point de vue auquel il se place, celui de l'étude des formes même complexes, comme les macles, les assemblages, les groupements de cristaux, il a peut-être raison, et la loi de Haüy suffit amplement¹. Mais c'est alors la Cristallographie, tout entière ainsi entendue, qui ne suffit plus à ceux qui veulent se rendre compte des propriétés physiques qu'on observe directement ou indirectement dans les milieux matériels doués de symétrie. M. G. Friedel se trompe, à mon avis, dans l'interprétation historique de l'œuvre de Haüy; sa loi, comme loi d'observation, était, de son temps surtout, inexacte; elle n'empruntait son caractère de certitude, qui a rendu possible la Cristallographie géométrique, que parce qu'elle était le résultat d'une théorie de structure, inacceptable, il est vrai, dans son énoncé, mais très juste dans son idée première.

¹ Quoique, même dans cet ordre d'idées, quelques-unes des conceptions de M. G. Friedel ne me paraissent pas acceptables. C'est ainsi que sa définition du cristal exclut la possibilité des cristaux mous ou liquides et que sa loi, rajoutée de Haüy et de Bravais, sur la fréquence des faces est, dans un très grand nombre de cas, en contradiction formelle avec les faits observés.

L'illustre fondateur de la Cristallographie était, du reste, si bien de cet avis qu'il n'a jamais formulé sa loi et qu'il a consacré deux gros volumes à l'exposition et au développement de sa théorie. La loi de la rationalité des paramètres, en tant que loi empirique, a donné depuis longtemps tout ce qu'elle pouvait donner; ce qu'on en pourra tirer encore appartiendra désormais à la catégorie des exercices géométriques sans portée cristallographique, comme les axes ternaires irrationnels de M. G. Friedel¹.

Nous connaissons assez les formes cristallines pour prévoir avec certitude toutes celles qu'on pourra jamais rencontrer dans la Nature; nous commençons seulement à connaître la structure du milieu, auquel ces formes servent d'enveloppe et dont elles sont une des manifestations. C'est de ce côté que doivent maintenant se porter tous les efforts. C'est là qu'est la véritable tradition de l'Ecole française, à laquelle l'Ecole allemande ne s'est ralliée que dans le dernier quart du siècle qui vient de finir. Il est vrai qu'elle a largement regagné le temps perdu, en donnant une théorie

de la structure cristalline qui peut être considérée comme définitive au point de vue géométrique, mais à laquelle il reste à donner toute sa signification physique.

Ne tombons pas dans l'erreur qui a si longtemps empêché les progrès de la Cristallographie en Allemagne; ne nous perdons pas dans les abstractions mathématiques; ne considérons plus le cristal comme une combinaison de plans, mais comme un corps qui, même en l'absence de faces, possède des propriétés très variées et très caractéristiques. Cherchons en un mot à déduire toutes les conséquences possibles, non plus d'une loi empirique, mais d'une théorie de la structure, et appliquons ces conséquences à l'interprétation des faits observés, dont la plupart restent à l'état d'indéchiffrables énigmes. Ce n'est qu'ainsi que nous pourrons continuer utilement l'œuvre si féconde de Haüy, de Delafosse, de Bravais, de Mallard, et contribuer aux progrès de nos connaissances de la matière en général et de la matière cristallisée en particulier.

G. Wyruboff,

Professeur au Collège de France.

LA MISE EN VALEUR ET L'UTILISATION ECONOMIQUE DU RHIN

Le régime hydrographique du Rhin est soumis à des conditions climatiques et topographiques favorables : l'eau de fonte des glaciers alimente le fleuve pendant l'été, les pluies des Vosges et de la Forêt Noire remplissent cet office en hiver. Enfin, de Strasbourg à Rotterdam, sur une distance de 700 kilomètres, le fleuve n'a plus que 144 mètres à descendre.

Cependant, la faible pente facilitait l'encombrement du lit par les graviers, tandis que l'insuffisance de profondeur en nécessitait le creusement. On connaît la méthode employée : les graviers retenus au passage par des épis plongeant en travers du fleuve, et le courant resserré au milieu du

chenal pour l'approfondir. Aujourd'hui, la régularisation est complète et durable. Les travaux ont été entrepris par l'État allemand, dont le rôle s'est d'ailleurs borné là.

Du grand développement industriel de la Prusse rhénane et de la Westphalie, nous ne retiendrons ici que la part qui revient au fleuve, dans son rôle d'auxiliaire et même de créateur d'activité économique.

I

Le premier fait intéressant, c'est la concentration du commerce fluvial dans un petit nombre de grandes places, fortement outillées et ayant pris rang aujourd'hui, par leur tonnage, parmi les premiers ports du monde. L'agglomération Ruhrort-Duisbourg, avec ses 14 millions de tonnes, laisse bien loin derrière elle le tonnage de Hambourg.

Dans l'excellent ouvrage qu'il a consacré aux *Fleuves, canaux et chemins de fer*¹, M. Paul Léon distingue trois catégories de ports rhénans. Ruhrort et Duisbourg forment à eux seuls un premier

¹ L'existence de ces axes, leur compatibilité avec la loi de Haüy, et leur incompatibilité avec la structure réticulaire, ont été du reste reconnues depuis longtemps par Gadolin (1874) et surtout par Hecht, qui, dans une série de Notes parues en 1892, 93 et 94 (*N. J. f. M. u. G.*), en a donné une démonstration irréfutable. Mais Hecht en a tiré très judicieusement une conclusion exactement contraire à celle qu'en tire aujourd'hui M. G. Friedel. Puisque la loi de Haüy est une loi d'observation, et puisque d'autre part l'observation nous montre que les axes irrationnels n'existent pas, il s'en suit que les cristaux sont bien des corps homogènes à structure réticulaire.

¹ 1 vol. in-16, Paris, Colin, 1903.

groupe : ils exportent la houille et approvisionnent la Westphalie en bois, minerais, céréales. Viennent ensuite les ports urbains, qui s'échelonnent de l'embouchure de la Ruhr à celle du Main : Dusseldorf, Cologne, en sont les types. Ce sont enfin les ports de transbordement : à mesure que la correction du fleuve se poursuit toujours plus haut vers l'amont, nous voyons Strasbourg en train de supplanter Mannheim, et Bâle s'efforcer de devenir à son tour le port terminus rhénan¹.

Grâce à leur petit nombre, ces ports possèdent un outillage remarquable, au caractère plutôt maritime que fluvial. En étendue, les bassins de Duisbourg-Ruhrort (113 ha) contiennent près de deux fois ceux d'Anvers ; les surfaces d'eau de Mannheim-Ludwigshafen (278 ha) couvriraient deux fois celles de Rotterdam (123 ha) et dépassent de beaucoup celles de Marseille (150 ha).

A Ruhrort, des grues mobiles circulent sur des ponts jetés en avant des rives et distribuent dans les magasins ou dans les wagons 35 tonnes de minerai par heure. Des culbuteurs renversent dans les bateaux des wagons houillers de 15 tonnes et des voitures à fond mobile versent instantanément une charge de 40 tonnes. Tandis qu'avec l'ancien outillage, le chargement de 10 tonnes se faisait en 1 h. 40 minutes et coûtait deux marks, il dure aujourd'hui 5 minutes et coûte 25 pfennigs, et chaque culbuteur verse 1.800 tonnes par jour.

L'histoire de la création de ces ports ne manque pas non plus d'enseignement. Nous avons dit que l'Etat allemand s'était chargé de la correction du fleuve ; son initiative ne s'est pas étendue plus loin. Les Administrations municipales et les Sociétés privées ont fait le reste. Le port de Duisbourg, qui a coûté 12 millions de marks, donne annuellement 1.240.000 marks de recettes à la ville. Celui de Ruhrort a été construit avec le produit des péages et, dès lors, ses recettes ont suffi pour les frais d'entretien, les travaux d'agrandissement et même de conservation du chenal de la Ruhr. Strasbourg a créé son port avec ses propres ressources, il en est de même de Rotterdam ; celui de Mannheim est dû, en partie, à des initiatives privées, telles que celle de la Société de produits chimiques Rheinau, qui a fait construire pour sa seule part trois bassins de 36 ha. Cet état d'esprit des villes allemandes a été très bien rendu par M. P. Léon : « Dirigées par des magistrats qui sont des administrateurs de carrière, — plus semblables à nos préfets qu'à nos maires, — les villes de ce type tendent à absorber toutes les entreprises

d'utilité publique. A Dusseldorf, le gaz et l'électricité, les tramways, les bains, les concerts appartiennent à la ville, pour le plus grand bénéfice des finances communales et des intérêts publics. On parle de municipaliser les annonces, les pharmacies, l'approvisionnement en lait et en viande, les habitations à bon marché. L'aménagement des ports a été une des faces de cette politique municipale, en vue d'assurer à ces grands marchés de consommation locale les incomparables avantages du transport par eau. »

Comme l'outillage des ports, le matériel de transport a un caractère beaucoup plus maritime que fluvial.

La capacité a très vite augmenté, en même temps que le mouillage du fleuve : les chalands de bois de 300 à 600 tonneaux ont été remplacés par des bateaux en fer de 1.000 à 1.200 tonneaux. Les transporteurs de minerai ont jusqu'à 100 mètres de longueur et jaugent de 2.000 à 2.300 tonneaux. Un convoi de quatre chalands remorqués équivaut à la cargaison d'un fort navire de mer ou à 400 wagons de marchandises, à charge complète. C'est douze à quinze fois plus que n'en peuvent porter nos plus grandes péniches.

A côté de cette batellerie fluviale déjà puissante, mais qui nécessite un transbordement à Rotterdam, on emploie, depuis 1888, de légers navires de mer (Seedampfer), — correspondant à la grande vitesse des voies ferrées, — destinés surtout aux marchandises capables de supporter les frais d'un transport rapide, tandis que, pour les produits lourds et de faible valeur, on utilise les allèges marines (Seeleichter), que l'on peut remorquer à la fois sur les canaux ou les fleuves et sur les mers. Ces barques pontées, qui jaugent de 500 à 1.000 tonneaux et tiennent à la fois du navire et du chaland, sont employées depuis un demi-siècle entre Marseille et le Rhône, mais c'est en Allemagne qu'elles ont été récemment le plus perfectionnées. Cette batellerie spéciale permet ainsi de prolonger la navigation maritime jusqu'à l'intérieur du continent, et les expéditions peuvent se faire par connaissance direct à destination de tous les ports rhénans jusqu'à Mannheim.

Toutes ces facilités accordées aux transports ont puissamment contribué à l'accroissement de trafic du fleuve, qui atteint aujourd'hui 30 millions de tonnes et a quintuplé en vingt ans. Ce chiffre est égal à celui de tous les fleuves et canaux de France. Le mouvement à la remonte est trois fois plus grand qu'à la descente. C'est dire que le trafic est surtout formé d'arrivages : d'une part, les houilles westphaliennes qui vont jusqu'en Alsace et en Suisse, et s'y répercutent de plus en plus si les projets bâlois concernant l'amélioration du Rhin se réalisent ; d'autre

¹ Cf. Th. ZOBIST : La navigation sur le Rhin supérieur, in *Schweizerisches Kaufmännisches Centralblatt* Zurich, des 3, 10 et 17 mars 1906. — P. CLERGET : La navigation sur le Haut-Rhin, in la *Géographie*, 15 novembre 1905.

part, les produits les plus variés, bois, pétrole, denrées alimentaires, destinés à l'approvisionnement des villes riveraines qui sont surtout des centres commerciaux.

Une évolution intéressante est en train de se produire. La facilité d'obtenir à bon compte la houille et les matières premières, la nécessité de se procurer du fret de retour et principalement de la grosse marchandise, seule capable de rendre les dépôts fréquents et les services réguliers, ont amené la création d'usines nouvelles, de véritables banlieues industrielles qui soudent deux villes rapprochées ou essaient sur la rive opposée du fleuve, en face de la cité commerciale. On prévoit déjà la réunion de Ruhrort et de Duisbourg et leur prolongement sur les bords du fleuve, tandis que, sur la rive gauche, en face des grandes villes de la rive opposée, s'allonge un long cordon d'usines qui va de Deutz à Mülheim. Par là, le Rhin a été non pas seulement un auxiliaire, mais un créateur d'activité industrielle, et son influence s'est exercée jusqu'à des villes non riveraines, comme Crefeld ou Karlsruhe, qui se sont reliées au fleuve par des canaux de jonction.

Ce magnifique effort, qui a provoqué l'établissement de ports plus puissants que nos plus grandes places maritimes, la transformation de vieilles cités commerciales en grandes villes modernes, avec des faubourgs industriels, cet effort qui a fait de Rotterdam un des plus grands ports du continent, se traduit par quelques chiffres suggestifs : de 1870 à 1900, la population de Dusseldorf a passé de 68.000 habitants à 213.000; celle de Cologne, de 129.000 à 372.000; celle de Frankfort de 127.000 à 229.000¹.

II

On ne saurait parler du Rhin sans évoquer le souvenir du fleuve jumeau, qui s'alimente au même socle montagneux, mais dont les destinées économiques sont infiniment moins brillantes. Pourtant, depuis 1878, on a exécuté dans le lit du Rhône d'importants travaux. La batellerie dispose aujourd'hui d'un mouillage de 1^m,40 pendant trois cent cinquante

jours, au lieu de deux cent onze jours, et d'un mouillage supérieur à 2 mètres pendant deux cent soixante et un jours, au lieu de quatre-vingt-seize². Sans doute, le régime climatique et le régime topographique du Rhône ne valent pas ceux dont jouit le Rhin, surtout avant Mannheim, mais aussi quelle différence dans la conception de l'entreprise!

Comme matériel et outillage de navigation, le Rhône est resté à peu près ce qu'il était il y a quarante ans. Tout le long du fleuve, il n'y a que de simples escales, des quais de chargement très rudimentaires et pas de bassins. Les transbordements se font le plus souvent d'une manière tout à fait primitive. De telle sorte que l'on peut dire que, comme outillage, presque tout est à créer ou à transformer³. Enfin, au lieu d'aboutir à Marseille, le Rhône, comme on l'a dit justement, « continue à courir vers le sud pour tomber dans le vide ». Aussi bien, à côté des 30 millions de tonnes du Rhin, ne pouvons-nous enregistrer que 700.000 tonnes, chiffre insignifiant pour un instrument commercial de cette valeur.

D'autre part, Marseille, privée de voies fluviales d'accès, perd une grande partie des avantages de sa merveilleuse situation. Si l'on veut que notre grand port méditerranéen conserve sa supériorité sur Gênes, désavantageusement serrée contre la mer par les Apennins, qu'il récupère les pertes que lui font subir les percements successifs des Alpes, qu'il vive enfin de l'intensité de Rotterdam, Anvers, Hambourg, il faut qu'imitant les initiatives hardies des riverains du Rhin, nous mettions Marseille en communication avec un Rhône encore amélioré en son état actuel et pourvu enfin d'un outillage moderne et perfectionné⁴. Nous contribuerons du même coup à accroître dans une large mesure l'activité industrielle de la vallée du Rhône, et nous ferons de Lyon un grand port fluvial à l'instar de Cologne ou de Mannheim⁵.

Pierre Clerget,

Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

¹ Le récent rapport de notre consul à Dusseldorf, 13 novembre 1906, n° 363, renferme des renseignements très précis concernant la navigation sur le Rhin. Crefeld a inauguré le 6 juillet dernier un nouveau port, qui n'a pas coûté moins de 11 millions de marks. Dusseldorf vient de voter 6 millions et demi pour l'agrandissement du sien. Cologne construit également un nouveau port sur la rive droite à Deutz, et, pour s'étendre elle-même le long du fleuve, elle a racheté à l'Etat ses anciens fortifications.

La flotte du Rhin devient, elle aussi, de plus en plus importante. Elle se compose actuellement de 9.470 bateaux de remorque, d'un tonnage global de 3.434.518 tonnes, et de 1.236 vapeurs représentant une force motrice de 264.691 chevaux. Comparé à celui de 1904, le tonnage a augmenté de 9,1 % et la force des vapeurs de 7,1 %.

² L. LAFFITE : *L'expansion économique de la France par l'amélioration et le développement de ses moyens de transport*. I^{er} br., Paris, 1904.

³ CH. LEXTHÉRIC : *Le Rhône. Histoire d'un fleuve*, t. II, Paris, 1892.

⁴ L'exécution du canal de Marseille au Rhône a été autorisée par la loi du 24 décembre 1903. Les travaux ont été inaugurés officiellement au mois de septembre 1906. Ce canal servira non seulement à étendre le champ d'action du port de Marseille, mais il permettra en même temps la mise en valeur de toute la région traversée, et les bords de l'étang de Berre, en particulier, pourront former une immense banlieue industrielle.

⁵ Cf. : Les excellentes études de M. René Tavernier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, parues dans le *Bulletin de l'Office des Transports*, de Lyon, et particulièrement son travail : *Les transports à Lyon*. Extrait de *Lyon en 1906*. Lyon. Rey, 1906.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — LES NOUVEAUX LIVRES D'ANATOMIE.

Depuis trois ans, à part le *Traité d'Histologie* de Prenant et Bouin, et la *Revue générale d'Histologie* de Renaut et Regaud, dont nous avions l'occasion de parler au passage, nous n'avons pas signalé dans cette revue les nouveaux traités d'Anatomie. Dans cette période de trois années, ils n'ont pourtant pas manqué, et nous ne pouvons les énumérer tous. Bornons-nous à citer : l'*Atlas et les éléments d'Anatomie topographique* d'Oscar Schnlze, les *Eléments d'Anatomie* de Sobotta et son *Atlas*, trois livres parus en 1903, à Munich, traduits depuis en français, et dont les figures sont exécutées avec un soin tout particulier. Ajoutons-y encore l'*Atlas d'Anatomie topographique de l'homme* de Bardeleben et Hackel (Iéna, 1904), le *Traité d'Anatomie topographique* de Testut et Jacob (Paris, 1904), l'*Anatomie des membres* de Dujarier (Paris, 1904), le *Traité* de Krause (Leipzig, 1905), les *Précis de dissection* d'Ansel (Paris, 1906), et de Poirier et Baumgartner (Paris, 1906). En Histologie, signalons le *Précis* de Branca, illustré de nombreuses figures originales (Paris, 1906). Gaupp a donné une nouvelle édition de l'*Anatomie de la grenouille* d'Ecker et Wiedersheim, si utile dans les laboratoires d'Anatomie et Physiologie (1904). En Anatomie comparée, nous trouvons encore une 6^e édition refondue de l'*Anatomie des vertébrés* de Wiedersheim, un *Atlas de l'Anatomie du cheval* de Schmalz (Berlin, 1905), la 5^e édition du *Traité* de Chauveau, Arloing et Lesbre (Paris, 1904). L'*Histologie comparée* d'Oppel s'est enrichie d'une 5^e partie, due à Studnicka, sur les organes pariétaux (œil pinéal, épiphyse), et d'une 6^e partie, due à Oppel lui-même, sur les organes de la respiration. Mentionnons encore le *Lexique des noms anatomiques* de Triepel (Wiesbaden, 1906). En Embryologie, il faudrait citer Reese (*Introduction...*, New-York, 1904), le nouveau *Précis* d'Oscar Hertwig traduit par Julin (1905), l'*Œuf humain* de Potocki et Branca, etc...

II. — LES TECHNIQUES ANATOMIQUES. — LES RAYONS DE RÖNTGEN EN ANATOMIE.

Von Bardeleben vient de publier sous ce titre¹ une courte notice où il résume assez heureusement

les services rendus jusqu'ici par les rayons X aux anatomistes. C'est d'abord, bien entendu, dans l'étude du squelette, dont la plus grande partie peut être observée dans ses moindres détails sur le vivant, ce qui est loin d'être inutile en Anatomie topographique. On en a retiré, en outre, de grands avantages dans l'étude de l'architecture des os et de ses variations, de la mécanique des articulations (main, pied, genou), des doigts supplémentaires ou formés d'un nombre anormal de segments. En dehors du squelette, on a pu observer le cœur et les gros vaisseaux, et les physiologistes n'y ont pas moins gagné que les anatomistes, qui pouvaient préciser les rapports sur le vivant. Même observation pour le diaphragme; on considérait, il y a quelques années, son centre phrénique comme à peu près fixe: la radioscopie a permis de montrer que ses déplacements, et par suite ceux du cœur, peuvent être beaucoup plus considérables qu'on ne le pensait. Les changements de forme et de position de l'estomac en ses divers états de réplétion ont pu être étudiés. Les poumons eux-mêmes projettent une ombre plus ou moins marquée, selon qu'ils sont à l'état d'inspiration ou d'expiration. La position de l'uretère a pu être vérifiée pendant la vie. Les processus d'ossification du larynx, normaux à partir d'un certain âge, deviennent faciles à déceler. La radiographie, d'ailleurs, est devenue la méthode d'élection pour l'étude du développement du squelette. Elle permet de vérifier la présence ou l'absence d'anomalies des gros vaisseaux, la modification de leurs rapports, avant une opération. L'Anatomie comparée et l'Anthropologie s'en sont encore peu servies, mais son secours, pourtant, est loin d'être à dédaigner dans ces branches.

Remarquons qu'il ne s'agit jusqu'ici que de l'homme et des animaux vivants, dans l'organisme desquels la radiographie (aidée de la radioscopie) nous permet pour ainsi dire de pénétrer sans lésion. On connaît, en outre, tout le parti qu'on peut en tirer comme adjuvant des méthodes de dissection, pour l'étude des vaisseaux particulièrement. Stieda² montre qu'elle est supérieure aux méthodes de dissection et de macération pour mettre en relief les os sésamoïdes: elle met en évidence la présence de six de ces organes aux cinq articulations des orteils, et notamment un os sésamoïde tibial non encore signalé au 4^e orteil.

Aussi ne s'étonnera-t-on pas de l'apparition de

¹ VON BARDELEBEN: *Deutsche medicin. Wochenschrift*, t. XXXI, p. 674, 1905.

² STIEDA: *Beiträge zur klin. Chirurgie*, t. XLII, 1905, p. 237.

deux nouveaux *Atlas de Radiographie*, l'un de Grashey¹, l'autre de Sommer².

Waldeyer³ énumère encore d'autres ouvrages⁴, dans une plus vaste revue sur l'ensemble des techniques anatomiques, revue qu'il est impossible de résumer ici, mais que l'on consultera avec le plus grand intérêt.

III. — ORGANES DE LA CIRCULATION.

§ 1. — Les artères du membre supérieur.

Il y a trois ans, nous parlions ici même de l'intéressant travail de M^{lle} Bertha de Wriese sur les artères des membres, et nous rappelions, d'après elle et d'après les travaux antérieurs d'Anatomie comparée, comment on trouve dans l'ontogénèse et dans la phylogénèse l'explication de dispositions assez fréquentes, qualifiées d'anormales, et qui ne sont, en somme, que des retours à un type primitif. Göppert⁵ apporte aujourd'hui à cette étude une intéressante addition en ce qui concerne le membre supérieur. En examinant la série des Mammifères, il établit que c'est assez rarement que l'on trouve les régions postérieure et radiale du bras irriguées par une humérale profonde typique, née de la partie supérieure de l'humérale et accompagnant le nerf radial, pour se terminer peu au-dessus du coude. Une telle artère n'atteint son développement complet que chez le Cheval, chez quelques singes du Nouveau-Monde; chez les Catarrhiniens et chez l'Homme, c'est encore pourtant la disposition la plus fréquente. Mais le territoire de l'humérale profonde ainsi compris est le plus souvent plus ou moins largement accaparé par des branches de l'axillaire, et notamment par un fort rameau descendant de la circonflexe postérieure. Chez l'Echidné, comme l'a déjà montré Ilchstätter, l'humérale s'atrophie, et c'est ce rameau qui, grâce à son anastomose terminale avec une branche ascendante d'une collatérale radiale inférieure (*Transversa cubiti*, de Göppert), amène le sang aux deux vaisseaux principaux de l'avant-bras, qui sont ici, comme chez beaucoup d'animaux, la radiale et l'interosseuse. Il y a là une voie collatérale précieuse, encore existante chez l'homme, bien que peu marquée, mais qui peut servir au rétablisse-

ment de la circulation dans certains cas, comme elle sert, en effet, chez l'Echidné après atrophie de l'humérale. Sur la cause de cette atrophie, Göppert n'est pas d'accord avec Erik Muller, qui la recherchait uniquement dans des dispositions ontogénétiques très primitives, tandis que l'auteur allemand la voit dans une modification de la musculature, dans un déplacement d'insertions qui eût obligé l'humérale normale à un parcours en zigzag.

Le débat s'élargit dans le travail d'Erik Muller⁶ auquel nous faisons allusion, et dans une Revue générale de Göppert⁷ lui-même, tous deux consacrés aux artères du membre supérieur en général.

Erik Muller étudie très complètement ces vaisseaux chez l'Homme et chez les autres Mammifères, et il reprend notamment les recherches de Bertha de Wriese, c'est-à-dire l'étude des variations par le développement. Pourvu d'un bon matériel (9 embryons humains de différentes tailles), mieux conservé que celui du précédent auteur, et portant sur des stades plus jeunes, s'aidant de reconstructions plastiques, il arrive à des résultats analogues, mais encore plus parfaits. Sur l'embryon de 5 millimètres, alors que le membre est encore à l'état de courte palette, sans ébauche de squelette ni de segments, il voit l'ébauche du plexus brachial sous forme de plaque; un troncule venant de l'aorte la traverse et se termine au delà en un réseau capillaire serré, dans l'axe du membre. Les plus gros troncs artériels futurs se reconnaissent déjà par places à un commencement d'épaississement de leur paroi. Sur les embryons de 8 à 11,7 millimètres, ces dispositions se précisent. Les branches du plexus brachial commencent à s'écarter, formant d'abord deux troncs, un dorsal et un ventral, et les trajets artériels, toujours sous la forme primitive de réseaux capillaires, s'accroissent généralement à eux. Le tronc venu de l'aorte (artère axillaire) se divise d'abord en trois branches (plexus artériel axillaire) pour traverser le plexus brachial, et se reconstitue au delà. La majeure partie du réseau primitif axial se trouve ainsi derrière le nerf ventral, et représente la voie artérielle principale, c'est-à-dire, pour l'instant, et pour longtemps encore, l'artère humérale continuée par l'artère interosseuse. Un réseau moins important persiste provisoirement au côté antérieur du nerf ventral, et pourra, s'il continue à se développer dans l'une ou l'autre de ses branches, donner les variétés connues d'artère humérale antérieure ou superficielle. En continuité avec lui, et par une anastomose avec la voie artérielle principale, se développe l'artère du médian (tronc important

¹ R. GRASHEY : *Atlas typischer Röntgenbilder von normalen Menschen ausgewählt und erklärt nach chirurgisch-praktischen Gesichtspunkte*, Munich, 1905.

² A. SOMMER : *Anatomischer Atlas in stereoskopischen Röntgenbildern*, Wurtzbourg, 1906.

³ WALDEYER : *Anatomische Technik. Ergebnisse der Anatomie*, t. XIV, Wiesbaden, 1905.

⁴ En premier lieu : *Archiv und Atlas der normalen und pathol. Anatomie in typischen Röntgenbildern*, de ALBERS-SCHÖNBERG, Hamburg.

⁵ GÖPPERT : *Morphologisches Jahrbuch*, t. XXXIII, 1905, p. 535.

⁶ ERIK MULLER : *Anatomische Hefte*, t. XXII et XXVII, 1903 et 1904.

⁷ GÖPPERT : *Ergebnisse der Anatomie*, t. XIV, Wiesbaden, 1905.

chez l'embryon), tandis que vers le même niveau se détache, en arrière de la voie principale, l'artère radiale¹. Ces deux dernières formations, moins développées et plus tardives, apparaissent aussi sous forme de réseaux capillaires. Par la suite, un certain nombre de ces branches s'atrophient; leur persistance peut donner naissance à telle ou telle anomalie. Les résultats définitifs concordent, en somme, avec ceux de Bertha de Wriese. Comme cet auteur, Erik Muller voit les principales voies artérielles apparaître sous forme de réseaux et le long des nerfs. Mais cette dernière condition est loin d'être aussi constante que ne le croyait la jeune anatomiste belge, et de valeur secondaire; ainsi, pour E. Muller, le réseau capillaire d'où émane la radiale se développe sans rapports avec le nerf du même nom. Si les artères, dit l'auteur suédois, apparaissent d'abord sous forme de réseaux, cela ne signifie aucunement que le réseau est une forme primitive au point de vue phylogénétique; et, en effet, ce n'est que rarement, et dans des conditions tout à fait particulières (*Bradypus* par exemple), que certaines artères persistent en partie jusque chez l'adulte sous la forme de réseaux admirables. S'il y a réseau capillaire chez l'embryon, c'est la fonction qui l'exige, car les premiers vaisseaux sont essentiellement des vaisseaux nutritifs pour les tissus qu'ils traversent. C'est secondairement seulement, quand les membres s'allongent, que de plus larges voies d'accès sont nécessaires pour apporter le sang jusqu'aux extrémités, et c'est sous l'influence de la pression sanguine que certaines branches du réseau se dilatent et deviennent des artères, tandis que d'autres restent sans importance ou disparaissent. Bien que ces voies suivent de préférence les nerfs, le voisinage de ceux-ci n'influe en rien sur leur développement, puisque plusieurs d'entre elles apparaissent et évoluent loin de tout tronc nerveux. Il faut plutôt dire que les trajets, que les tunnels dans lesquels passent, le plus souvent côte à côte, vaisseaux et nerfs sont déterminés par la forme, la situation, les insertions des organes voisins. Les grands courants artériels se développent sur le réseau primitif là où ils trouvent la place nécessaire et la meilleure voie : c'est le plus souvent celle que suit déjà le nerf (mais ce peut en être une autre), et, comme le passage se rétrécit de plus en plus sous la poussée des organes voisins, artères et nerfs ont grand chance de se rapprocher, de plus en plus. Les réseaux capillaires accompagnant les nerfs en voie de développement ne sont pas fatalement destinés à devenir des troncs

artériels de quelque importance, et peuvent très bien demeurer réseaux nutritifs du nerf.

Gœppert, dans sa revue, analyse avec soin les travaux antérieurs, y compris ceux dont nous venons de parler, y ajoute des observations personnelles, et arrive aux principales conclusions suivantes : Les *variétés artérielles* étudiées sont de signification et de valeur très différentes, et l'on peut les répartir en trois groupes. Dans le *premier*, il faut ranger un grand nombre d'anomalies dues exclusivement à des processus ontogénétiques locaux, et sans aucune importance phylogénétique. C'est sans doute dans cette catégorie qu'il faut ranger, sinon l'anomalie étudiée plus haut par Gœppert chez l'Echidné, du moins l'atrophie de l'humérale dans ce cas. Dans un *second* groupe sont les variétés où l'atavisme joue un rôle, soit que persistent exceptionnellement certains états ancestraux et primitifs qui normalement se modifieraient au cours du développement, soit que s'élargissent certaines voies destinées normalement à rester secondaires. Une *troisième* catégorie est formée par les vaisseaux qui se montrent ou disparaissent soudain chez un individu d'une espèce où les choses se passent tout autrement dans la règle. C'est quelque chose de tout à fait nouveau, mais qui ne laisse pas pourtant que d'être préparé par de légers changements, sans importance apparente. Telle est l'apparition d'un nouveau tronc collatéral aux côtés d'une humérale traversant un *foramen supracondyloideum*. Ce défilé sus-épitrochléen causant un certain obstacle au cours du sang, les branches nées du tronc huméral au-dessus et au-dessous de cet obstacle augmentent de volume et élargissent leurs anastomoses pour suppléer ce tronc.

§ 2. — La métamérie des artères de la peau.

Grosser² étudie la disposition métamérique des artères de la peau au niveau du tronc. Il montre qu'elle est beaucoup moins régulière que ne faisait croire la description antérieure de Manchot (1889), et que, en ce qui concerne les lésions de la peau d'origine vasculaire, il faut y attribuer une importance bien moins considérable qu'à la disposition métamérique des nerfs. Une bonne planche accompagne ce travail, dans lequel l'auteur renvoie encore à une revue d'ensemble intéressante qu'il a fait paraître antérieurement sur la métamérie de la peau³.

§ 3. — Une nouvelle espèce de vaisseaux : les sinusoides.

Entre les extrémités artérielles et les origines

¹ La cut. tale, sous son état primitif, est également secondaire, et a moins d'importance encore. Pour le développement ultérieur, revoir notre analyse du travail de B. de Wriese.

² OTTO GROSSER : *Morphol. Jahrbuch.* t. XXXIII, 1903, p. 553.

³ *Centralblatt für d. Grenzgebiete d. Medizin und Chirurgie.* t. VII, 1904.

des veines, on ne décrivait jusqu'ici qu'une seule espèce de vaisseaux, les vaisseaux capillaires. Sedgwick Minot¹ propose, au contraire, de distinguer dans ces petits vaisseaux simples, à paroi uniquement endothéliale, deux types bien différents : les vrais *capillaires*, et ce qu'il appellera les *sinusoides*, à cause de leur ressemblance avec de véritables sinus sanguins. Les sinusoides diffèrent des capillaires par les caractères suivants : ils sont relativement larges et irréguliers, et communiquent largement entre eux ; intimement adhérents aux éléments de l'organe qu'ils irriguent, et généralement sans interposition de tissu conjonctif, ils n'ont pas de forme propre comparable au tube régulier que constitue le capillaire, mais ils épousent celles des espaces existant entre les cordons épithéliaux pleins ou creux du parenchyme de l'organe, sur lesquels ils se moulent. Les noyaux de leur paroi sont plus écartés les uns des autres ; leurs cellules ont tendance à se fusionner en un *syncytium*. Enfin, ils auraient une origine embryonnaire différente ; au lieu de naître par des pointes d'accroissement à l'extrémité d'autres capillaires, ou par des cellules vaso-formatives, ils se développeraient par la croissance et la pénétration réciproque de la paroi des veinules et du parenchyme propre de l'organe. Leur morphologie spéciale doit correspondre à une fonction spéciale. Minot étudie ces vaisseaux chez l'embryon surtout, où ils abondent, dans le pronéphros, le corps de Wolf, le foie, le cœur, les capsules surrénales, les glandes parathyroïdes, carotidienne et coccygienne. De bonnes figures montrent les caractères des sinusoides, très marqués surtout dans les deux premiers organes, où les tubes du rein semblent, en effet, flotter dans un vaste sinus sanguin à paroi simplement endothéliale, dont les replis pénètrent entre eux et épousent tous leurs contours. L'auteur américain convient qu'au cours du développement l'importance de cette sorte de vaisseaux va décroissant rapidement. Le rein permanent n'a plus que de véritables capillaires : dans le foie, les sinusoides se transforment rapidement en vaisseaux capillaires ; dans le cœur, après formation de l'artère coronaire, ils sont bientôt remplacés par des capillaires. Ces phénomènes de régression, à mesure que se perfectionne l'organe, semblent indiquer que ces vaisseaux représentent un type de circulation inférieur au point de vue physiologique. Pourtant, ils persistent dans certains organes de l'adulte, et Minot en donne un bon exemple dans la substance médullaire de la surrénale (Rat).

Récemment, Lydia De Witt a cru pouvoir aussi

ranger parmi les sinusoides les vaisseaux des îlots de Langerhans, dans le pancréas. Il est bien évident, en effet, que les premiers vaisseaux des îlots se comportent ainsi, chez les embryons des Reptiles par exemple ; mais, chez l'adulte, nous croyons pouvoir dire qu'il n'y a plus qu'une légère tendance à la disposition sinusoidale, tendance moins marquée encore partout où apparaît nettement l'acinus interverti, c'est-à-dire partout où le vaisseau a une individualité propre, bien marquée, et devient un centre autour duquel se disposent les éléments sécréteurs. D'une façon générale, il serait bon aussi, nous semble-t-il, de ne pas mettre les sinusoides sur le même rang que les capillaires, comme le fait Minot, mais de les considérer comme une simple variété très intéressante de ces vaisseaux.

§ 4. — Premier développement des vaisseaux lymphatiques.

Florence Sabin a montré [voir notre Revue de 1903] que les vaisseaux lymphatiques naissent bien comme l'avait pressenti Ranvier, du système veineux, et a mis en évidence quatre diverticules primitifs partant des deux veines cardinales inférieures, les deux premiers au niveau de leur réunion avec les cardinales supérieures, les deux autres au delà de la région rénale. Frédéric T. Lewis² prétend aujourd'hui modifier et compliquer cette description. D'après lui, chez le lapin, le système lymphatique appaierait le long de la veine jugulaire interne aux dépens, non pas d'un seul, mais de plusieurs diverticules sacculiformes consécutifs, qui se détacheraient complètement de ce vaisseau pour rester, pendant un court espace de temps, absolument clos et indépendants, et deviendraient coalescents entre eux pour former un sac allongé unique. C'est secondairement seulement que celui-ci entrerait de nouveau en contact avec la veine plus en arrière, au point d'aboutissement de celle-ci dans la sous-clavière, et acquerrait son ouverture définitive. Non seulement deux autres diverticules se formeraient dans la région postérieure du corps, correspondant à ceux de Sabin, mais tout le long des veines azygos, mammaire externe, mésentériques, etc., se détacheraient plus tard de nombreux diverticules analogues, un moment séparés sous forme de sacs clos, et fusionnés secondairement en un tout continu. Ce ne serait donc plus une quadruple origine du système lymphatique, mais une origine diffuse, pour ainsi dire, le long de la plupart des gros troncs veineux. Lewis donne des figures d'ensemble non seule-

¹ SEDGWICK MINOT : On a hitherto unrecognised form of blood circulation... *Proceedings of the Boston Society of natural History*, t. XXIX. n° 10, p. 185.

² LYDIA DE WITT : *Association of American Anatomists*, in *American Journal of Anatomy*, vol. IV, 1905.

³ FRÉDÉRIC T. LEWIS : *American Journal of Anatomy*, vol. V, p. 95, 1905.

ment chez le Lapin, mais chez le Pore et chez le Chat. Le parallélisme établi par Sabin entre les quatre diverticules primitifs et les quatre cœurs lymphatiques des Amphibiens serait donc fortement compromis; la poussée des principaux troncs lymphatiques aux dépens du système veineux, le développement ultérieur des fins vaisseaux du centre à la périphérie seraient, au contraire, confirmés. C'est là un mode de développement curieux, mais un peu étrange, et qui satisfait moins l'esprit au premier abord que la description de Sabin. Il sera bon que ces délicates recherches soient reprises par d'autres observateurs.

IV. — ORGANES DE LA DIGESTION.

§ 1. — Forme et développement des villosités intestinales.

Fusari¹ a montré que, chez le fœtus humain, les villosités qui s'étendent aussi bien dans le gros intestin que dans l'intestin grêle subissent une régression vers la fin de la vie utérine et disparaissent. Il s'en reforme de nouvelles générations, mais exclusivement dans l'intestin grêle. Après que les premières villosités sont développées, le siège de la prolifération se localise exclusivement dans l'épithélium qui revêt le fond des *infundibula*. Par des divisions répétées, il s'y forme de nouveaux *infundibula*, et par suite de nouvelles crêtes et de nouvelles villosités.

La forme même des villosités adultes n'est pas aussi simple et aussi indifférente qu'on le croirait tout d'abord. Fusari observe que, chez l'homme, elle varie dans les différents segments de l'intestin. A l'extrémité inférieure de l'iléon, elles sont coniques ou filiformes, plus ou moins aplaties; plus haut, elles tendent vers la forme triangulaire ou lamellaire. Dans la partie supérieure du jéjunum, elles commencent, de plus, à s'unir à la base par leurs bords, par groupes de deux, trois ou davantage, et forment ainsi des sortes de peignes. Ces peignes s'unissent à leur tour entre eux en réseau, et atteignent leur maximum de hauteur dans la première partie du duodénum. Fusari fait ces recherches en examinant surtout la muqueuse de face, à l'aide du microscope binoculaire. Il étudie enfin d'autres Mammifères, et ne peut retrouver, chez le Macaque, les villosités ramifiées signalées par Rawitz.

A la suite de ce travail, Bujard² (de Genève, élève d'Éternod) a eu l'idée de chercher si les diverses formes observées chez les différentes

espèces ne seraient pas en rapport avec le régime alimentaire. Après avoir examiné un certain nombre d'espèces de Mammifères (lapin, cobaye, rat, souris, marmotte, mouton, chat), et en tenant compte des variations d'ordre secondaire qui existent entre les divers segments intestinaux, il croit pouvoir conclure en faveur de son hypothèse. Chez les herbivores et les frugivores, ce sont les villosités foliacées ou les crêtes qui dominent; chez les omnivores, ce sont les villosités foliacées; chez les carnivores, les villosités digitiformes. L'intestin grêle étant particulièrement court ici, de longs appendices cylindriques seraient nécessaires à l'absorption. Enfin, fait important, chez le jeune, pendant la période d'allaitement où le régime est le même pour ces différentes espèces, la forme des villosités est la même aussi: elles sont toutes digitiformes. Les Oiseaux carnivores, opposés aux granivores et aux omnivores, montrent des dispositions analogues à celles des Mammifères.

§ 2. — Vaisseaux et nerfs du pancréas.

Pensa¹ vient de donner une monographie très complète sur ce sujet, non pas sur les troncs d'origine vasculaire et nerveux, mais sur la fine distribution de leurs ramifications. Il a examiné trente-quatre espèces prises dans divers groupes de Vertébrés, fait de nombreuses injections, et son Mémoire est accompagné de nombreuses planches qui le rendent très précieux.

En ce qui concerne les *vaisseaux*, il s'est attaché particulièrement à leur mode de distribution dans les îlots de Langerhans, qui est une des principales particularités dans la vascularisation de la glande. Il confirme les descriptions antérieures en ce qui concerne l'abondance et la largeur de ces capillaires, et décrit leurs dispositions spéciales chez un certain nombre d'espèces. « Bien qu'il présente des caractères spéciaux, conclut-il, le réseau des îlots est la continuation du réseau vasculaire du reste du pancréas. Dans la règle, ce sont des vaisseaux capillaires qui pénètrent dans leur intérieur ». Pourtant, il a pu observer dans certains gros îlots la pénétration d'artérioles et la sortie de veinules.

Les *nerfs* des îlots n'avaient encore été étudiés que dans une simple Note, chez le Rat blanc, par Gentes². Cet auteur avait pu pourtant se convaincre qu'ils forment un fin réseau, encore plus riche que celui du parenchyme exocrine. Pensa confirme et généralise à tous les groupes de Vertébrés. Il existe un plexus péri-insulaire et un plexus intra-insulaire à fines fibres variqueuses. Ils reçoivent leurs rameaux d'origine du plexus périvasculaire et du

¹ FUSARI : *Archives italiennes de Biologie*, t. XLII, p. 63 et p. 208 (1904).

² E. BUJARD : *Bibliographie anatomique*, t. XIV, 1905, p. 236. et *C. R. de l'Associat. des Anatomistes*, 1905 et 1906.

¹ PENSA : *Internationale Monatsschrift für Anatomie* t. XXII, p. 90, 1905.

² GENTES : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1902, p. 202.

plexus péri-acineux. Le second forme un lacis serré autour des vaisseaux, mais pénètre aussi dans les cordons épithéliaux pleins, entre les cellules. D'ailleurs, d'après Pensa, dans le parenchyme exocrine lui-même, le plexus dit péri-acineux serait en partie intra-épithélial. La richesse toute particulière des filots en nerfs, « vraiment impressionnante » chez l'Anguille, est encore une preuve en faveur de leur importance fonctionnelle¹.

V. — SYSTÈME NERVEUX ET ORGANES DES SENS.

§ 1. — La musculature de l'iris.

Nous avons déjà eu l'occasion de parler plusieurs fois, dans des revues antérieures (1901, 1904), de cette musculature, de structure un peu spéciale et d'origine ectodermique. Grynféll², l'auteur qui a le plus fait pour élucider la question, l'étudie aujourd'hui chez les Amphibiens, où l'existence d'un dilateur de la pupille est plus ou moins formellement niée, et celle du sphincter lui-même contestée. Il y retrouve pourtant ces deux muscles, toujours en rapports étroits de contiguïté et de parenté avec l'épithélium, mais avec quelques particularités curieuses. Le *sphincter* est formé de cellules fusiformes, essentiellement constituées de protoplasme granuleux et bourrées de pigment, avec seulement une très mince écorce périphérique de fibrilles contractiles lisses. Ce sont donc des *myoblastes incomplets*. De plus, si, chez les Mammifères et les Oiseaux, ces éléments musculaires se séparent bientôt, au cours du développement, de l'épithélium de l'iris dont ils tirent leur origine, chez les Amphibiens, les plus internes d'entre eux restent pendant toute la vie *inclus* à l'état épars en plein épithélium, et ne cessent, par conséquent, de faire partie du bord de la cupule optique. Le *dilatateur* de la pupille est représenté, comme chez les Mammifères, par une formation myo-épithéliale, c'est-à-dire par une couche très mince de fibrilles contractiles développées dans la profondeur même du feuillet antérieur de l'épithélium pigmenté de l'iris.

§ 2. — Les terminaisons ou expansions nerveuses de la peau.

Depuis quelques années, de nombreuses recherches, faites surtout à l'aide du chlorure d'or et du bleu de méthylène, ont mis en évidence une foule de faits nouveaux sur la morphologie des terminaisons nerveuses sensibles, et particulièrement des terminaisons cutanées; de nouvelles formes ont été

découvertes, la structure des anciennes autrement comprise. Parmi les auteurs qui ont le plus contribué récemment à ces progrès, nous citerons Ruffini¹ et Dogiel², puis Crevatin³, Sfameni⁴, Leontowitsch⁵, Retzius⁶. Une revue critique d'ensemble manquait encore : Ruffini vient de nous la donner (1905); c'est elle qui va nous servir de guide.

D'une façon générale, les expansions nerveuses⁷ de la peau de l'homme (tissu conjonctif sous-cutané compris) sont beaucoup plus abondantes qu'on ne l'a cru d'abord, et l'on peut distinguer trois niveaux superposés où elles abondent : le premier est le tissu conjonctif sous-cutané (pannicule adipeux surtout), le second est la partie superficielle du derme (régions papillaire et sous-papillaire), le troisième le corps muqueux de Malpighi de l'épiderme. La couche profonde du derme ou couche réticulaire, c'est-à-dire sa couche fondamentale au point de vue de la résistance, est, au contraire, complètement dépourvue de terminaisons pour Ruffini. Dogiel y place un certain nombre de petites terminaisons arboriformes. En mettant à part cette couche, il y a, dans les trois autres niveaux, une telle abondance d'expansions nerveuses que l'on peut véritablement parler de trois nappes sensibles superposées. La plus développée (par le nombre des fibres et des corpuscules clos ou des expansions libres) est, au niveau des régions les plus sensibles (pulpes des doigts), la couche superficielle du derme, avec ses papilles. On distinguait autrefois celles-ci en papilles vasculaires et papilles tactiles. Cette distinction n'a plus raison d'être : toutes les papilles contiennent à la fois des vaisseaux et des nerfs, comme l'a montré Ruffini lui-même.

Les expansions nerveuses de la peau sont de deux sortes : les unes closes ou corpusculaires, les autres libres ou ouvertes, c'est-à-dire absolument dépourvues d'enveloppes. Les formes nouvelles de

¹ ANGELO RUFFINI : Nombreux travaux de 1891 à 1905 en *Annuario di Univ. di Bologna*. — *Mem. del Accad. dei Lincei*. — *Monitore zoologico*. — *Ricerch. nel Laborat. di Anat. di R. Univ. di Roma*. — *Atti del R. Accad. dei Fisiocritici in Siena*. — Résumés en : Les expansions nerveuses de la peau chez l'homme... in *Revue générale d'Histologie* de Renaud et Regaud, t. I, fasc. 3, 1905.

² DOGIEL : *Archiv für mik. Anat.*, t. XLI et XLIV. — *Internation. Monatsschrift für Anat.*, t. IX. — *Zeitschrift für wiss. Zool.*, t. LXXV, 1903.

³ CREVATIN : *Accad. di Sc. di Bologna*, 1899 et 1900.

⁴ S. SFAMENI : *Mem. de R. Accad. de Torino* (1900). — *Arch. di Fisiologia*, 1904.

⁵ LEONTOWITSCH : *Internationale Monatssch. f. Anat.*, t. XVIII, 1901.

⁶ RETZIUS : *Biolog. Untersuchungen*, N. F., t. VIII, 1898.

⁷ RUFFINI préfère ce mot à celui de terminaison, parce qu'il ne préjuge rien en ce qui concerne les relations entre elles des fibres nerveuses, a-t-illement en discussion, et parce que, d'autre part, l'analyse fait disparaître de plus en plus les renflements vraiment terminaux.

¹ Pour plus de détails sur ce sujet et sur la structure du pancréas en général, nous renvoyons à notre double fascicule *Pancréas* de la *Revue générale d'Histologie* de Renaud et Regaud, 1903-1906.

² GRYNFÉLL : *Association des Anatomistes*, 1906, et *Bibliographie anatomique*, t. XV, 1906, p. 177.

corpuscules sont les *corpuscules* ou *organes* de *Ruffini* et les *corpuscules* de *Golgi-Mazzoni*. Parmi les expansions libres nouvelles, citons le *réseau amyélinique sous-papillaire*, les *floccules papillaires*, les *expansions en anses entortillées*, les *pelotons libres*, les *réticules périvasculaires*.

Les *corpuscules* ou *organes* de *Ruffini* ont été découverts par cet auteur en 1891, et étudiés en détail depuis par lui-même, par Sfameni, Crevatin et Dogiel. Ils siègent dans le pannicule adipeux sous-cutané, et de préférence vers la superficie, « nichés » dans l'épaisseur des *septa* conjonctifs interposés entre les lobules adipeux. Généralement fusiformes, ils possèdent une capsule lamelleuse, expansion de la gaine de Henle; mais ses lamelles sont si peu abondantes (4 à 5), si minces et si étroitement accolées, que cette capsule est difficile à voir et nîce par Dogiel. La capsule est remplie par un tissu de soutien ou *fuseau de soutien*, constitué de tissu conjonctif fibrillaire avec nombreuses fibres élastiques, qui s'échappent en éventail à l'extrémité; les cellules abondent aussi. Le corpuscule est abordé, généralement en des points quelconques, par plusieurs grosses fibres à myéline provenant de la division d'une seule. A l'entrée, chacune subit un dernier étranglement (étranglement préterminal), perd sa myéline et sa gaine de Schwann; son cylindre-axe se divise en d'innombrables rameaux grêles, tortueux, enchevêtrés et anastomosés, qui se répandent dans toute l'épaisseur du fuseau de soutien en formant un réseau inextricable et continu, couvert de grosses varicosités épineuses de tailles très variées. C'est une des expansions les plus riches que l'on connaisse.

Dogiel et Crevatin ont décrit des variétés ou modalités différentes dérivées de celles-ci, sous le nom d'*arbuscules* ou *terminaisons arboriformes* (Dogiel), ou sous celui de *plaques nerveuses cutanées* et d'*entrelacs nerveux* (Crevatin). *Ruffini* y voit de simples variations sans grande importance. Pourtant, dans certaines formes, il reconnaît que l'expansion se complique et se ramasse encore davantage, tandis que la capsule et le tissu de soutien ont tendance à disparaître.

Ruffini a désigné sous le nom de *corpuscules* de *Golgi-Mazzoni* d'autres petits organes découverts par Golgi dans le périnysium, étudiés surtout par Mazzoni, et qu'il a retrouvés lui-même dans le tissu conjonctif sous-cutané. Il montre que c'est une variété de corpuscules de Pacini, à gaine lamelleuse bien nette, mais très petits, microscopiques, globuleux ou piriformes, caractérisés surtout par leur masse centrale, elle-même arrondie et très grosse relativement au volume total, et par leur fibre nerveuse centrale, qui, au lieu de rester unique et peu divisée, s'épanouit en un grand

nombre de ramifications, gagnant par un trajet tortueux, mais sans s'empêlotonner, le pôle opposé à celui d'entrée. Celles-ci sont pourvues, en outre, d'un très grand nombre de varicosités, généralement très grosses, épineuses ou anguleuses, les épines étant souvent reliées de l'une à l'autre par des filaments très grêles.

Les formes bien connues depuis longtemps, *corpuscules* de *Pacini* et de *Meissner*, ont été soumises à une analyse plus minutieuse, et sur bien des points les anciennes données ont été modifiées ou attaquées. Pour tous ces organes, d'une façon générale, on a d'abord été tenté d'augmenter considérablement le nombre des formes et des variétés. *Ruffini* montre qu'il faut se garder de cette tendance. La variabilité de forme et de taille est infinie, et échappe à toute classification; de plus, outre des variétés différentes, on trouve, en cherchant quelque peu, toute une série d'intermédiaires. L'auteur italien accepte en donne donc très peu de noms nouveaux : celui de corpuscules de *Golgi-Mazzoni*, dont nous venons de parler, celui de corpuscules de *Dogiel* pour certains corpuscules de *Meissner*, dont la fibre s'échappe à l'extrémité pour aller constituer une expansion libre remplissant tout le sommet de la papille.

En second lieu, on a successivement mis en évidence, dans tous ces corpuscules, une seconde *expansion périphérique* toute particulière, décrite en 1895 par Timofeew dans les corpuscules de Pacini, et qu'on appelle pour cette raison : *appareil nerveux* de *Timofeew*. Cette expansion est fournie par une ou plusieurs fibres bien plus grêles que la principale, [généralement amyéliniques ou pourvues de très peu de myéline, qui peuvent aborder le corpuscule soit aux côtés de la principale (c. de Pacini), soit en un point quelconque (c. de Meissner). Elles se résolvent en une expansion formée de filaments minces et assez finement variqueux, anastomosés, qui entoure généralement le tissu de soutien ou la masse centrale sans y pénétrer, ou en n'y envoyant que peu de rameaux. Cette expansion paraît généralement rester indépendante de la grosse expansion centrale, mais on ne saurait l'affirmer; pourtant, il arrive très fréquemment que l'une seulement des deux soit imprégnée; elles le sont rarement toutes deux ensemble. On tend à rattacher cette expansion grêle périphérique au grand sympathique. Il y a quelque chose d'analogue jusque dans les corpuscules de *Ruffini*.

En troisième lieu, *Ruffini* affirme partout, dans les corpuscules clos, l'existence d'une capsule lamellaire plus ou moins nette, en continuité avec la gaine de Henle. Dans les gros corpuscules de *Meissner*, elle tendrait seulement à se réduire, remplacée en majeure partie par une condensation diffuse du

tissu conjonctif environnant qui formerait une seconde enveloppe.

En quatrième lieu, si la forme de l'expansion nerveuse reste ce qu'elle était dans les organes de Pacini, fibre simple axiale (rarement multiple) avec un renflement terminal, elle se modifie assez profondément à l'analyse dans les organes de Meissner, comme l'ont montré d'abord Dogiel et Ruffini. On sait que, d'après la description classique, l'expansion serait formée de disques tactiles terminaux empilés, plus ou moins analogues chacun au disque unique des corpuscules de Grandry du bec des oiseaux, et séparés par des cellules de soutien en coussinet comparables aux deux cellules en coussinet des mêmes corpuscules. Or, si l'on examine, après coloration bien complète, les petits et rares corpuscules de Meissner composés d'un seul lobe (corpuscules monolobaires), on s'aperçoit que la disposition est tout autre. La fibre, après avoir traversé la capsule, se résout en une arborisation en *peloton réticulaire*, c'est-à-dire qu'elle forme un cordon continu, tortueux, assez ramifié, mais dont les branches s'anastomosent par des filaments grêles, sans aucune terminaison libre. Cette expansion en réseau porte un très grand nombre de varicosités qui en représentent les points nodaux. On trouve, dans les corpuscules composés, des lobes plus ou moins indépendants qui présentent la même disposition. Dans les corpuscules composés à lobes serrés, au contraire, « la fibre commence à décrire une large série d'enroulements hélico-spiraux », qui forment comme la trame plus grossière de l'expansion, et qui masquent les autres détails : d'où la persistance de l'impression de disques empilés tournant en spirale. Mais, si l'on écrase légèrement le corpuscule, de façon à faire glisser l'un sur l'autre les tours de spire, et à les voir de trois quarts et non plus de profil, on retrouve la même disposition que dans les corpuscules monolobaires, c'est-à-dire une expansion en peloton réticulaire. En pratiquant des coupes transversales du corpuscule, Ruffini arrive encore au même résultat, et montre combien fut erronée la conception de Merkel, qui plaçait à la périphérie ses rendements terminaux : l'expansion, très riche, traverse, en effet, de son réseau pelotonné toute l'épaisseur du tissu de soutien central. L'auteur italien en conclut que les corpuscules monolobaires représentent la forme primitive ; c'est en se rapprochant que les divers lobes des corpuscules composés se sont tassés selon l'axe, et que l'expansion comprimée a pris la disposition hélico-spirale et l'aspect de disques superposés. Il faudrait donc abandonner complètement le schéma qui rattache les corpuscules de Meissner aux corpuscules de Grandry. Ceux-ci, d'ailleurs, représentent une forme d'expansion très spécialisée, localisée dans certains

organes bien déterminés (bec, langue), dans un groupe zoologique hautement spécialisé lui aussi ; et il est infiniment peu probable qu'au point de vue phylogénétique ils puissent représenter une forme primitive dont dériveraient les corpuscules de Meissner. On ne peut que souscrire à la plupart de ces conclusions.

Il reste encore une question bien controversée, celle du *tissu de soutien*, amas granuleux ou massue centrale, qu'on retrouve dans toutes les formes de corpuscules dont nous venons de parler, et qui sert de soutien à l'expansion nerveuse. Dans la théorie classique, on décrivait ce tissu comme une masse protoplasmique granuleuse parsemée de nombreux noyaux, et d'aucuns lui attribuaient la signification d'une cellule nerveuse. Dogiel, par sa méthode de coloration au bleu de méthylène, ne met en évidence qu'une masse homogène sans noyaux : il n'admet donc point de tissu de soutien, mais une cavité remplie de lymphocyte interstitielle. Mais l'existence des noyaux est trop certaine, après emploi de toutes les autres méthodes, pour que cette théorie puisse triompher. Sfameni, d'autre part, reprend la conception de Merkel, à savoir que, dans la plupart des terminaisons libres ou corpusculaires, chaque fibre nerveuse se continuerait à l'extrémité avec une véritable cellule nerveuse tactile (les cellules claires périphériques des corpuscules de Meissner par exemple). Il rajeunit cette théorie, et la généralise à tous les corpuscules clos : tous les noyaux que l'on aperçoit dans le tissu de soutien appartiendraient à de tels éléments. Mais c'est là une hypothèse qui est loin d'être démontrée, car les cellules de soutien ne se colorent ou ne s'imprègnent généralement pas comme les fibres nerveuses, et l'on n'a jamais pu montrer bien nettement leur continuité avec ces dernières. Ruffini propose une autre explication, très applicable à tout le moins aux corpuscules qui portent son nom, où la présence de fibres élastiques dans le tissu de soutien serait de toute évidence. Pour lui, ce tissu n'est autre chose que du *tissu conjonctif fibrillaire* riche en cellules, et parfois riche en fibres élastiques. Ce serait l'expansion d'une gaine spéciale, qu'il décrit à la fibre nerveuse sensible, entre la gaine de Schwann et la gaine de Henle, sous le nom de *gaine subsidiaire*. Il croit même pouvoir établir cette loi que, « en règle générale, dans tous les organes nerveux périphériques, le tissu sur lequel s'appuie l'expansion nerveuse est une dépendance du tissu même dans lequel l'organe est situé ». C'est là une conception très intéressante, et qui mérite d'être prise en sérieuse considération. Pourtant, il faut reconnaître que Ruffini la généralise peut-être un peu vite à tous les corpuscules, sans donner partout des preuves suffisantes. Enfin, s'il s'agit bien

de tissu conjonctif, il semble que ce tissu ne soit pas partout nettement librillaire, et qu'il présente des modifications, des modalités spéciales qu'il sera bon d'étudier en détail. Jusqu'à présent, l'attention, comme cela était bien naturel, s'est beaucoup plus portée sur l'expansion nerveuse elle-même et sur les moyens de la mettre en évidence, que sur les parties accessoires, et il sera nécessaire de revenir à celles-ci.

Les *expansions libres*, comme nous l'avons déjà indiqué, se trouvent dans les couches papillaire et sous-papillaire du derme, que nous pourrions rapprocher plus que ne le fait Ruffini, la première n'étant en somme qu'un accident de surface de la seconde, avec multiplication considérable du nombre et de la variété des expansions. En premier lieu, il faut placer ici le *réseau amyélinique sous-papillaire* de Ruffini, dénommé par lui, étudié ensuite par Sfameni, Crevatin, Dogiel. Il est formé de fibres à myéline, qui, partant du plexus nerveux superficiel (intradermique), se dirigent très obliquement vers la surface, perdent leur myéline, et se résolvent en un réseau à mailles larges et irrégulières, où viennent se perdre plus loin sans cesse de nouvelles fibres, réseau doué d'une étendue considérable, aussi vaste que la peau elle-même. De là des rameaux pénètrent dans les papilles pour former une partie des *floccules papillaires*, ou des *expansions en anses entortillées* qui décrivent une série de volutes tortueuses autour de l'anse capillaire qu'elles coiffent parfois en capuchon, ou des *pelotons libres* (*pelotons nerveux non encapsulés* de Dogiel, ou *corbeilles nerveuses* de Crevatin), ou enfin des *réseaux péri-vasculaires* enserrant les capillaires, et probablement plutôt vasaux que sensitifs. Toutes ces modalités d'expansions libres peuvent être, croyons-nous, considérées comme des portions spécialisées et plus hautement différenciées du *réseau amyélinique superficiel* avec lequel elles communiquent largement. Mais, si une partie de ces fibres libres des papilles provient du réseau amyélinique, une autre monte directement du plexus superficiel et ne perd sa myéline qu'au voisinage de l'expansion.

On sait que, dans l'épiderme même, on trouve encore deux sortes de terminaisons nerveuses : les terminaisons libres et les terminaisons hédériformes. Les premières forment le *réseau de Langerhans*, qui chemine entre les cellules du corps muqueux de Malpighi, et vient se terminer par de petits boutons immédiatement au-dessous du *stratum granulosum*, qu'il ne pénètre pas. Contrairement à ce qu'on croyait, Dogiel a montré que la plupart de ses fibres d'origine proviennent des papilles mêmes, ou, plus exactement, des fibres libres des papilles. La signification des points

nodaux triangulaires qui existent sur ce réseau, connus sous le nom de cellules de Langerhans, et considérés par cet auteur comme de véritables cellules nerveuses, par Ranvier comme des leucocytes, reste toujours douteuse. Retzius, Ruffini en font des cellules conjonctives étoilées de soutien pénétrant avec les fibres nerveuses. Les *expansions hédériformes* ont conservé la place qui leur avait été assignée : elles rampent dans les crêtes épithéliales qui s'enfoncent entre les bases des papilles, et s'épanouissent entre les cellules des assises profondes du corps muqueux de Malpighi à la façon d'un rameau de lierre. Mais, ici encore, il a fallu modifier l'idée classique. Chacun des ménisques tactiles terminaux (Merkel), que l'on croyait taillé d'une seule pièce en forme de coupe, autour de l'hémisphère inférieur d'une cellule épithéliale globuleuse, se décompose, en effet, comme l'a montré Dogiel, en un entrelacs de ramuscules très fins et variqueux, formant une véritable corbeille : ce sont les *paniers intra-épithéliaux* de Dogiel. Il est bon de remarquer pourtant que les fibrilles en restent reliées par une substance inter-fibrillaire. Les divers paniers sont unis entre eux par des anastomoses.

Les auteurs dont nous venons de parler ont surtout étudié les régions particulièrement tactiles de la peau, la paume de la main, la pulpe des doigts. L'étude des autres régions réservait des surprises. A peine, en effet, ce tableau d'ensemble était-il établi, qu'un autre auteur, Pinkus¹, trouvait chez l'homme un nouvel appareil sensitif cutané, qui ne paraît pas moins important au point de vue de sa fonction actuelle qu'au point de vue phylogénétique : c'est le *disque du poil* ou *disque juxtapileux* (*Haarscheibe*). Presque dans toutes les régions de la peau, chez l'homme, on trouve ces disques annexés, sinon à tous les poils, du moins à un grand nombre de ces petits organes. Ce sont de petites élevures en forme de macarons, larges de 1-2 à 1 millimètre, à surface lisse, bien marquées chez certains sujets seulement, plus chez l'homme que chez la femme, et particulièrement bien chez les Européens un peu pigmentés (bras, ventre, nuque), où ils se détachent en clair parce que le pigment fait presque complètement défaut à leur niveau. Ils siègent contre le poil même, dans l'angle aigu (*sinus*) qu'il forme avec la surface libre de la peau, et par conséquent aussi dans l'espace sous-tendu profondément par le muscle horripilateur. Ils sont constitués par une petite élevure du derme, porteuse elle-même de papilles peu marquées, nettement cernée à la périphérie et comme étranglée à sa base par un sillon assez

¹ PINKUS : *Archiv für mik. Anatomie*, t. LXV, 1905, p. 121.

profond où s'enfonce une saillie annulaire obliquement pénétrante du corps muqueux de Malpighi, pour former une sorte de *rempart marginal* (*Rand-wall*). Dans le territoire ainsi limité, l'épiderme lui-même est épaissi et densifié dans toutes ses couches, et son assise inférieure est constituée de cellules prismatiques particulièrement élevées. Un faisceau de quatre à six grosses fibres à myéline, après avoir fourni aux gaines du poil, aborde obliquement le milieu du disque, et se divise en un grand nombre de rameaux, formant un entrelacement qui apparaît d'autant plus riche que le territoire voisin est relativement pauvre en nerfs. Les expansions terminales sont en partie dermiques, et nous paraissent, d'après la description un peu confuse de l'auteur, pouvoir être considérées comme des modalités du *plexus amyélinique superficiel*, — en partie intra-épithéliales.

Pinkus retrouve ces disques sous des formes un peu différentes chez des Mammifères de tous ordres, et il est amené à les rapprocher des *taches tactiles* (*Tastflecken*) des Reptiles et des Amphibiens, qui sont annexées à un point fixe de l'écaille des premiers. Jusque chez l'homme, il trouve, de l'autre côté du poil, dans l'angle obtus qu'il forme avec la surface cutanée, un petit champ lisse, nettement limité, qu'il se croit autorisé à considérer comme un rudiment d'écaille, et qui est une véritable écaille chez certains Mammifères. C'est d'ailleurs chez les Mammifères inférieurs (Monotrèmes) que les disques sont le plus développés. Ils doivent donc représenter une disposition ancestrale. Mais c'est le territoire du poil tout entier (*Haarbezirk*), constitué par l'écaille d'un côté, le disque de l'autre, qui correspondrait à l'écaille des Reptiles. Le poil lui-même n'aurait pas d'homologue dans l'écaille des Reptiles, serait une acquisition secondaire, et la papille du poil ne serait pas comparable à celle de l'écaille.

VI. — ORGANES DE L'EXCRÉTION. — LES NOUVELLES RECHERCHES SUR LE TUBE URINIFÈRE OU URINAIRE.

Bien que la question reste encore largement ouverte, les années qui viennent de s'écouler nous ont apporté sur le tube urinifère ou urinaire¹, sur sa structure, sur le mode de fonctionnement de la cellule rénale, toute une série de recherches qui éclairent d'un jour nouveau l'histologie et l'histophysiologie du rein. Nous allons les passer rapidement en revue.

1. Développement. — Quelques mots d'abord sur

la question controversée du développement. On sait que les auteurs se partagent en deux groupes. Les uns font dériver l'ensemble des tubes urinifères, dans toute leur longueur, du bourgeon épithélial de l'uretère, diverticule lui-même de la portion inférieure du canal de Wolf, et qui mériterait ainsi le nom de bourgeon du rein. Les autres (depuis Kupffer, 1865, Balfour, 1876, etc.) assignent aux formations canaliculaires qui constituent le rein permanent une double origine : les canaux collecteurs seuls (tubes droits ou de Bellini, etc.) naîtraient du bourgeon de l'uretère et représenteraient les extrémités, d'abord closes en *cæcus*, de ses ramifications secondaires ; le reste du tube urinaire se constituerait sur place aux dépens d'une masse de tissu embryonnaire d'abord indistincte du mésenchyme primitif (tissu métanéphrogénétique), et s'ouvrirait secondairement dans ces tubes collecteurs. Bien que cette dernière théorie soit la plus complexe et la moins séduisante, elle a chaque jour gagné du terrain dans ces dernières années, grâce particulièrement aux travaux de Emery, de Riede, de Chiewitz, de Ribbert (1889), de Herring (1900), de Haug (1903), de Keibel (1903), de Félix (1904). Elle semble recevoir sa consécration définitive avec Schreiner (1902)², Störke (1904)³ et Huber (1903)³. Les deux derniers apportent des documents nouveaux, en ce sens qu'ils ont largement employé la méthode des reconstitutions plastiques en cire après coupe en série (Born). Le travail de Huber, notamment, qui est le dernier en date, est illustré d'assez nombreuses figures dessinées d'après ces reconstitutions, chez le chat, le lapin et l'homme, pour ne guère laisser de doutes sur l'origine et le mode d'évolution du tube urinifère. Cet auteur montre l'ampoule terminale de chacun des tubes collecteurs coiffée d'un chapeau de tissu embryonnaire plus dense, formé par la zone interne du tissu métanéphrogénétique. La paroi distale de l'ampoule primaire s'aplatit et se divise en deux bourgeons latéraux ; l'extrémité de chacun d'eux se dilate en une ampoule secondaire, destinée à subir plusieurs divisions successives analogues. Le chapeau de tissu métanéphrogénétique s'est également divisé par étirement, chaque bourgeon bientôt ampoule secondaire) en emportant une calotte. La portion proximale de cette calotte, qui est comme pendue au-dessous de l'ampoule secondaire, s'ordonne en un bourgeon de mieux en mieux limité, qui se sépare du reste, et dont les éléments se disposent

¹ SCHREINER : *Zeitschrift für wiss. Zool.*, t. LXXI, 1902.

² STÖRKE : *Anatomische Hefte*, 1904.

³ C. HUBER : On the development and shape of uriniferous tubules... *American Journal of Anatomy*, vol. IV, 1905, Supplément, p. 1.

¹ Plusieurs auteurs, partisans de l'activité sécrétoire des épithéliums du tube, préfèrent cette dernière expression à celle de tube urinifère, qui semble indiquer un rôle passif.

en deux rangées bien régulières de cellules épithéliales, entre lesquelles apparaît une fine lumière : c'est la *vésicule rénale* d'Emery, déjà bien vue par cet observateur et plusieurs des suivants. Son indépendance, disent Sterke et Huber, est alors de toute évidence. Secondairement, elle prend la forme d'une S qui serait pendue à l'ampoule terminale par son crochet supérieur, et bientôt elle s'y ouvre à plein canal.

La formation en S est l'origine de tout le tube urinaire proprement dit (c'est-à-dire canal collecteur exclu). Son crochet inférieur s'élargit et s'aplatit en forme de cuiller. C'est dans cette cuiller que se glisse secondairement le peloton vasculaire pour former le glomérule. Puis, la formation en S, ne cessant de croître, perd sa forme première en se recourbant en arc de nouvelles circonvolutions, de façon à constituer bientôt un véritable peloton, de plus en plus serré et de plus en plus complexe, dont l'une des anses se dirige vers le bile du rein pour former l'anse de Henle. Comme l'a déjà montré Golgi (1889), l'allongement porte presque exclusivement sur la moitié inférieure de l'S, immédiatement en avant du glomérule ; et un point qui représentait à peu près le milieu du jambage supérieur reste toujours (jusque chez l'adulte) au contact ou presque au contact de la capsule glomérulaire. Dans ses reconstructions, Huber suit pas à pas cet allongement et cette différenciation. Il peut ainsi donner du tube adulte (homme) un schéma beaucoup plus exact que les précédents. Chaque tube urinaire ne cesse de former un peloton distinct des voisins, et dont le glomérule occupe la partie inféro-externe (relativement à l'axe du tube collecteur) ; l'anse de Henle y est directement appendue ; le segment intermédiaire (*Schaltstück*) sort du milieu du peloton.

Des recherches d'embryologie comparée dues principalement à Brauer¹ et à Schreiner², et résumées dans une bonne revue d'ensemble de Walter Félix³, donnent en quelque sorte l'explication phylogénétique de la dualité d'origine des tubes du rein permanent. On sait que, chez les Vertébrés supérieurs, il existe de chaque côté de la ligne médiane une masse très allongée de tissu embryonnaire qu'on eut appelé autrefois le blastème rénal, qu'on nomme aujourd'hui le tissu néphrogène ou néphrogénétique. Aux dépens de cette masse s'individualisent successivement, d'avant en arrière, les tubes du corps de Wolf ou rein primitif (mésonephros), puis ceux du rein permanent (métanéphros). Or, jusque dans le mésonephros, on a pu trouver par places un système collecteur se développant indépendamment des tubes urinaires proprement dits. Ainsi, chez l'*Hypogocophis* (Amphibien apode), Brauer montre qu'au niveau de chaque segment métamérique du corps se forment, au sein du tissu néphrogène, plusieurs générations successives de canalicules du corps de Wolf. Les primaires viennent se mettre directement en rapport avec le canal de Wolf. Mais les secondaires restent un certain temps borgnes, et pour chacun d'eux se développe un diverticule creux du canal de Wolf, qui vient s'aboucher avec lui à son extrémité. Ces diverticules sont, par conséquent, des sortes d'uretères du rein primitif. Schreiner décrit un processus analogue chez les Oiseaux. Chez les Mammifères, la faculté qu'a le tissu néphrogène d'engendrer des canalicules secondaires se limite aux derniers segments, et c'est par conséquent dans ceux-là seuls que nous voyons se former des uretères, c'est-à-dire des diverticules latéraux provenant du canal de Wolf. Mais, comme le tissu néphrogène des derniers segments est exclusivement métanéphrogénétique, c'est-à-dire exclusivement réservé à l'édification du métanéphros ou rein permanent, les uretères se limitent aussi au territoire de ce rein, de telle façon qu'il n'existe pas, chez les Mammifères, d'uretères se rendant au rein primitif, mais seulement un uretère du rein définitif.

2. *Structure du tube urinaire.* — La structure du tube chez l'adulte a fait l'objet de nombreux travaux, parmi lesquels nous citerons tout d'abord ceux de Sauer¹, Renaut², Disse³, Regaud et Policard⁴, Benda⁵, Rathery⁶, Tribondeau⁷, Joseph⁸, Retterer⁹, Policard et Mawas¹⁰.

De tous ces travaux, comme des recherches anté-

¹ SAUER : *Archiv für mik. Anat.*, t. XLVI, 1895, et t. LIII, 1899.

² RENAUT : *Traité d'Histologie*, 1899, et *Bulletin Acad. Médecine*, Paris, 1903.

³ DISSE : Harnorgane, in *Handbuch der Anatomie* de K. von Bardeleben, 1902.

⁴ REGAUD et POLICARD : Recherches sur la structure du rein de quelques Ophidiens. *Arch. d'Anat. microsc.*, t. VI, 1903. — Etude sur le tube urinaire de la Lamproie. *C. R. de l'Association des Anatomistes*, Montpellier, 1902.

⁵ BENDA : Mitochondria des Nierenepithels. *Verhandl. der Anat. Gesellsch.*, Heidelberg, 1903.

⁶ RATHERY : Le tube contourne du rein. *Thèse méd.*, Paris, 1905, et *Arch. de path.*, ext.

⁷ TRIBONDEAU : Plusieurs notes à la Soc. de Biol. (Paris) et à la Soc. Linéenne (Bordeaux), sur le rein des Ophidiens et des Chéloniens, 1901 à 1904.

⁸ JOSEPH : Zentralkörper der Nierenzelle. *Verhandl. der anat. Gesell.*, Gent., 1905.

⁹ RETTERER : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1906, et *Associat. des Anat.*, 1906.

¹⁰ POLICARD et MAWAS : *Associat. des Anat.*, 1906.

¹ BRAUER : *Zool. Jahrb.*, t. XVI, 1902.

² SCHREINER : *Zeitschr. für wiss. Zool.*, t. LXXI, 1902.

³ W. FELIX : Entwicklungsgeschichte der Excretionssysteme 1888 à 1904, in *Ergebnisse der Anatomie*, t. XIII, 1904. *Litt.* 1903, p. 592. — Ce travail donne surtout, en outre, un exposé très complet du développement et de l'évolution du Pronephros dans la série des Vertébrés.

rieures, il résulte d'abord que le tube urinaire, malgré ses variations, présente un certain nombre de caractères communs chez la majeure partie des Vertébrés des différentes classes. Ainsi, c'est tout à fait exceptionnellement que Huot¹ signale l'absence des glomérules de Malpighi dans le rein des Poissons Lophobranches. A peu près partout, comme le fait remarquer Vignon² dans une revue antérieure, on trouve un segment sécréteur à bordure en brosse faisant plus ou moins immédiatement suite au glomérule, et, au delà, une partie rétrécie à épithélium différent, qui, chez les Oiseaux et les Mammifères seulement, forme une véritable anse de Henle. On voit souvent réapparaître ensuite un nouveau segment large et plus ou moins contourné.

Chez quelques animaux, pourtant, on peut trouver des parties surajoutées. Une des plus curieuses est, chez les Ophidiens, le segment, si renflé chez le mâle, plus mince chez la femelle, bien décrit déjà par Tribondeau et même antérieurement, mais dont Regaud et Policard ont les premiers montré la différence de structure dans les deux sexes, et qu'ils appellent pour cette raison le *segment sexuel*. Il a chez le mâle une sécrétion particulière, granuleuse (cellules géantes de R. Heidenhain), probablement utilisée dans les fonctions génitales (par les spermatozoïdes dans le cloaque). On se rappelle que Möbius a décrit en 1883, dans le rein de l'épinoche, une modification sexuelle analogue liée à la nidification. De même, Borcea³ montre que, chez les Sélaciens, la partie antérieure du rein sécrète un liquide blanchâtre qui serait nourricier pour les spermatozoïdes.

D'autres parties du tube peuvent être ciliées. On en connaît depuis longtemps chez les Amphibiens. Rénaut, Tribondeau les ont observées chez les Cyclostomes, chez les Ophidiens. Mais c'est surtout Regaud et Policard qui les ont récemment étudiées avec soin dans ces deux groupes. Chez la lamproie, le segment cilié est rétréci et fait suite au glomérule; chez les Ophidiens, outre un segment cilié initial analogue au collet, on retrouve un deuxième groupe ciliaire à l'origine du segment grêle, sans compter des éléments disséminés épars entre ces deux points. Chez tous ces animaux, il s'agit de longs cils composés ou flammes vibratiles, qui, chez les Ophidiens particulièrement, se continuent au loin en spirale dans la lumière et dans le sens du courant. Sur le pôle libre de la cellule existe une zone circulaire bien limitée, comme sablée de corpuscules basaux, de chacun desquels part un mince filament ciliaire. Ces filaments restent soudés entre

eux et se rassemblent en cône d'émergence, puis en une longue, étroite et épaisse lanière, qui représente le cil composé. Les auteurs lyonnais ont pu vérifier sur les tubes fraîchement dissociés le mouvement hélicoïdal régulier et synchrone de ces cils, qui « dessinent une hélice mouvante d'une admirable régularité ». Ils créent un courant bien net s'éloignant du glomérule, et aidant évidemment à la propulsion de l'urine. Chez la lamproie, dont le tube urinaire est aplati à ce niveau, les cils composés s'accrochent à leur tour en un large *faisceau vibratile*, ne formant qu'une seule et large lame vibrante transversale.

Sur le *glomérule de Malpighi*, nous n'apprenons presque rien de nouveau, si ce n'est son absence, plus haut signalée, dans un groupe limité (Lophobranches, d'après Huot), ou encore la présence de glomérules doubles, bifides, fréquents d'après Beer⁴ dans le rein humain. Tribondeau, Regaud et Policard confirment, en ce qui concerne les Ophidiens, l'existence dans le glomérule d'une masse conjonctive centrale, à la surface de laquelle un seul capillaire décrit ses flexuosités, recouvert par un *revêtement syncytial* d'aspect tout différent, dont le protoplasme et les noyaux s'amassent de préférence dans les sillons⁵.

Le *tube contourné* nous arrêtera davantage: c'est là que sont les problèmes les plus intéressants à résoudre, c'est là que s'est surtout porté l'effort des observateurs. Signalons d'abord au passage le travail de Rühle (1897)⁶, qui, reprenant une opinion antérieure de Mall (1891), montre que la membrane propre de ce tube est essentiellement formée d'un réseau de fines fibrilles. Pour ces deux auteurs, ce n'est donc pas une véritable *membrana propria*, mais seulement la dernière assise fibrillaire du tissu interstitiel. Il est permis de trouver, avec Disse, qu'ils vont un peu trop loin, puisque cette couche résiste à la macération dans les acides minéraux forts, qui détruisent le tissu interstitiel, et, avec Vignon, qu'ils n'ont pas prouvé l'absence d'une substance cimentante amorphe entre les fibrilles.

3. *Cellule rénale. Les stries basales*. — Mais arrivons à l'épithélium. Tous les auteurs sont d'accord sur sa fragilité et la difficulté de bien le fixer: aussi les divergences commencent-elles dès qu'il s'agit d'interpréter les dispositions que mon-

¹ HUOT: *Zeitschrift für Heilkunde*, t. XXIV, 1903.

² Les auteurs lyonnais ne prononcent pas ici le mot épithélium. De même que Disse, nous croyons qu'on ne peut guère douter que le mince revêtement du glomérule ne soit d'origine épithéliale, si l'on se rappelle que cet épithélium existe chez le fœtus et va s'amincissant de plus en plus. Entre cette couche et le syncytium endothélial vasculaire, Regaud et Policard, contrairement à Tribondeau, mettent en évidence une basale.

³ RÜHLE: *Archiv für Anatomie*, 1897.

⁴ HUOT: *Ann. des Sc. nat. Zool.*, 1902 et *Thèse sciences*.

⁵ VIGNON: *Année Biologique*, t. III, 1897, p. 281.

⁶ BORCEA: *C. R. Acad. Sciences*, Paris, 1904.

trent les préparations. Les deux plus caractéristiques sont : — d'une part, les *stries parallèles de la base*, considérées par R. Heidenhain comme des bâtonnets parce qu'il a pu les isoler sous cette forme dans certaines conditions ; — d'autre part, la fine striation de la surface libre décrite par Tornier sous le nom de *bordure en brosse*.

Rappelons d'abord qu'on a cru pouvoir expliquer il y a quelque temps d'une façon très simple l'existence de la première de ces particularités. Hortolès (1881), Hedinger (1888), avaient montré, par l'imprégnation au nitrate d'argent, que les bases des cellules du tube contourné, vues de face par l'extérieur, sont, à la façon de l'endothélium des lymphatiques, découpées en pièces de jeu de patience s'engrenant réciproquement. Böhm et Davidoff, dans leur *Histologie* (1893), montrèrent que les saillies basales se continuent sous forme de crêtes jusqu'à une assez grande hauteur sur les parois latérales de la cellule. Landauer (1895) mit très nettement en évidence ces crêtes ou plissements latéraux par la méthode d'imprégnation double de Ramon y Cajal, et il en conclut que les stries parallèles de la base ne correspondent pas à une structure spéciale du protoplasme, mais ne sont que l'expression optique de ces crêtes latérales. C'était une solution élégante du problème, mais une solution trop simple. Comme le dit Benda, cette disposition fait comprendre pourquoi normalement les cellules rénales ne montrent pas de limites et paraissent à première vue fusionnées en un syncytium, tandis que ces limites apparaissent nettement dans certains cas pathologiques, quand les cellules gonflent et se désengrenent¹ ; mais elle n'explique pas la présence des bâtonnets isolés qu'obtient Heidenhain par la macération. Von Ebner, dans le *Traité d'Histologie* de Kölliker (1899), trouve également les assertions de Landauer mal fondées. Il existe donc bien une structure intraprotoplasmique correspondant à la striation. Mais quelle est cette structure ? D'après Rothstein (1891), Sauer, Disse, Théohari², il n'existerait pas de bâtonnets, mais seulement des files de granulations, disposées sur les filaments d'un fin réticulum protoplasmique à mailles allongées dans le sens de l'axe cellulaire. Rathery se rallie à cette théorie ; en effet, dit-il, les granulations augmentent de volume dans certaines lésions ou se dissolvent : on voit alors disparaître l'apparence en bâtonnets. Il admet le réseau, mais lui attribue une moindre importance : il n'apparaît bien dans certains éléments que parce que les granulations ont été mal fixées ou détruites. Sauer admet que les stries se

continuent, moins marquées, dans la zone supranucléaire ; pour Rathery comme pour Disse et d'autres, on n'y trouve plus que des granulations non sérées. La sériation et, par suite, la striation n'existent pas chez les Ophidiens (Regaud et Policard).

Benda, pourtant, proclame de nouveau l'existence de véritables bâtonnets parallèles traversant presque toute la hauteur de la cellule, sauf le sommet, chez les Mammifères. Sa méthode spéciale les met en relief avec une grande netteté. Ce ne sont pas des chaînes de grains (ou, selon sa terminologie, des *mitochondries*) ; mais la phylogénèse et l'ontogénèse montrent qu'ils ont pourtant passé par ce stade. En effet, chez les Amphibiens, les filaments existent aussi dans le tube contourné, mais ils ne s'étendent que jusque vers le pôle apical du noyau, et sont constitués chacun par une file de très fins granules. Il en est de même chez l'embryon de souris. Un fait curieux, c'est que, chez les Amphibiens, ce n'est pas dans le tube contourné, mais dans le segment suivant, que les bâtonnets sont au maximum de développement et traversent la cellule de la base au sommet. Policard et Mawas trouvent la même disposition chez les Téléostéens. Pour Benda, files de grains et bâtonnets jouent un rôle essentiel dans la cellule rénale. Les premières mitochondries qu'il a décrites, dans le filament spiral des spermatozoïdes en voie de formation, semblaient se rattacher à une fonction motrice ; aussi Benda émet-il la même hypothèse pour les bâtonnets du rein. D'après lui, ils seraient contractiles, rapprocheraient le sommet de la cellule de sa base, et exprimeraient ainsi dans la lumière les produits de sécrétion liquides accumulés dans la cellule. A leur relâchement correspondrait le gonflement, le maximum de hauteur de l'élément, et l'étroitesse de la lumière.

Mais on sait, d'autre part, que, depuis quelques années, on a étudié dans un grand nombre de glandes (notamment dans les salivaires et le pancréas) des filaments de même aspect, qu'on a nommés ergastoplasmiques, et dont le rôle dans l'élaboration des produits de sécrétion paraît évident. Il fallait s'attendre à ce que quelque auteur étendît cette conception aux bâtonnets rénaux. C'est, en effet, ce qui est arrivé : Policard³ revient sur l'étude de ces formations, chez le rat blanc notamment. Il y voit des filaments continus, qui ont la structure, les réactions et les variations sécrétoires de l'ergastoplasme, et auxquels il n'y a pas lieu de donner un autre nom ni d'assigner un autre rôle. Il arrive aux mêmes conclusions avec Mawas en

¹ Et même, dans ce cas, elles peuvent encore continuer à montrer une striation nette.

² Théohari : *Thèse*, Paris, 1900.

³ POLICARD : *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1905. Deux communications.

étudiant le rein des Téléostéens¹. Avec Regaud, il avait déjà observé, par places, des chaînettes de grains très fins dans la cellule rénale des Ophidiens, bien que celle-ci ne montre ni des stries nettes, ni une disposition en files de ses grosses granulations. Le rapprochement fait par Policard s'imposait évidemment; pourtant, il importe de faire encore quelques réserves en ce qui concerne la cellule rénale, qui élabore peu de substances nouvelles, et dont le mécanisme de sécrétion est encore, en somme, bien peu connu. Il y aura probablement aussi à faire une distinction entre les très fines granulations mitochondriales, ou ergastoplasmiques, et les granulations plus grossières, qui peuvent être sériées, elles aussi, du fait de l'architecture générale de l'élément, et qui peuvent ou dériver des premières, ou en rester indépendantes.

4. *La bordure en brosse*. — Il vaut peut-être mieux l'appeler, avec Regaud et Policard, *bordure striée* (ou *cuticule striée*), car il n'est aucunement prouvé que les bâtonnets qui la constituent ne sont pas reliés entre eux par une substance amorphe intermédiaire. C'est aussi un objet de vives controverses. D'aucuns, tel Disse, n'en veulent pas entendre parler. Pour cet auteur, le sommet (ou cou-pole de la cellule : Zellkuppe), c'est-à-dire presque toute la zone supra-nucléaire, a une constitution spéciale, et change considérablement d'aspect avec les divers stades de la sécrétion. Tantôt il devient absolument clair, quand il est gonflé de liquide, tantôt il apparaît plus ou moins grossièrement strié : l'apparence de bordure en brosse, très inconstante, ne serait qu'un des aspects qu'il revêt au cours de ses transformations, et après fixation par certains réactifs : la prétendue bordure ferait partie intégrante du protoplasme, dont elle ne se distinguerait pas à d'autres moments; ses stries ne seraient que des trabécules de « spongioplasme », orientées et séparées par un « hyaloplasme » liquide.

La plupart des autres auteurs sont loin de partager cette conception, et trouvent une bordure en brosse, inconstante pour beaucoup ou discontinue, mais superposée au corps cellulaire à son pôle libre, et bien distincte de lui. Sauer, dont le travail est déjà ancien (1895), arrive à une conception tout à fait opposée à celle de Disse, et voit dans la bordure en brosse une différenciation *absolument constante* et d'une importance fonctionnelle capitale. Il montre que les autres descriptions tiennent à de mauvaises fixations.

La plupart des fixants considérés ailleurs comme

excellents (le mélange de Flemming par exemple) ne valent rien pour la cellule rénale, qui gonfle, se vacuolise et éclate en disloquant sa bordure en brosse avec la plus grande facilité. Un seul liquide lui a donné d'excellents résultats, et en l'employant avec de grandes précautions : c'est l'alcool acétique au chloroforme de Carnoy, dit encore liquide de Van Gehuchten ou de Gilson (ses élèves). Renaut proclame également l'importance de la bordure striée, dans laquelle il voit la membrane dialysante par excellence.

Regaud et Policard la voient haute et constante chez la lamproie, sauf dans les tubes épuisés et sénescents. Avec Tribondeau, ils la retrouvent bien plus mince, mais constante aussi (en période de sécrétion tout au moins), quoique susceptible de certaines variations, chez les Ophidiens. Elle est d'ailleurs plus facile à fixer chez les Vertébrés inférieurs.

Mais c'est surtout Rathery qui a repris chez les Mammifères, dans un travail très soigné, la thèse de Sauer. Comme lui, il se sert uniquement du liquide de Carnoy modifié; il ne fixe que du rein vivant, par petits fragments, pris autant que possible sur l'organe encore en place. Il montre, fait confirmé d'ailleurs par Policard et Garnier⁴, que dix minutes après la mort la bordure commence à s'altérer, qu'au bout de deux heures, et à plus forte raison au bout de vingt-quatre, elle est généralement disloquée ou floue, souvent complètement disparue, que la plupart des réactifs gonflent la cellule et la font éclater, abrasant souvent toute la zone supra-nucléaire. Au contraire, la bordure serait très résistante aux lésions pathologiques, et se retrouverait, après bonne fixation, même sur des épithéliums très altérés par la maladie. Ce sont là des indications précieuses pour l'anatomie pathologique du rein, à laquelle Rathery cherche surtout à donner une base solide. Sur le rein vivant ou absolument frais, chez l'Homme comme chez le Chien, le Lapin, le Cobaye, et après fixation appropriée, coloration par l'hématoxyline au fer et la fuchsine acide, il trouve la bordure en brosse *continue et dans tous les tubes* contournés sans aucune exception (ainsi que dans la branche ascendante de l'anse de Henle). Elle est partout formée de petits bâtonnets tenus, pressés, mais cependant bien distincts, vivement colorés par la fuchsine acide. Chaque bâtonnet serait implanté sur un granule, comme l'a vu Nicolas dans le corps de Wolf. (Regaud et Policard, Joseph, croient pouvoir, au contraire, rejeter l'existence des grains basaux.) Une solution de sel

¹ Il est pourtant singulier qu'ici des formations ergastoplasmiques soient développées au maximum non dans le tube contourné, mais dans le segment suivant.

⁴ POLICARD et GARNIER : *C. R. de la Soc. de Biologie*, décembre 1905.

marin à 12,5 ‰ (point cryoscopique $\Delta = -0^{\circ}.78$), maintenue à l'étuve à 37°, conserverait une demi-heure à une heure la cellule rénale vivante, avec sa structure et sa bordure striée intacte; mais le moindre écart au-dessus ou au-dessous de ce degré de concentration amènerait immédiatement sa mort et sa dislocation. Ce n'est pas une action toxique, mais une action osmotique (ou d'osmonocivité), qui explique la mauvaise fixation de la cellule par les liquides non isotoniques, et sa facile altération après la mort: c'est un élément excessivement sensible aux moindres variations de concentration des liquides ambiants. La bordure striée existe déjà chez les embryons de lapin de deux centimètres et demi, bien avant l'apparition des stries basales. Nous verrons dans un instant l'importance de ces constatations pour l'examen des théories de la sécrétion.

3. *Grains de ségrégation.* — Tribondeau a découvert, dans la cellule du tube contourné des Ophidiens, une autre particularité très intéressante: c'est la présence, dans la moitié supérieure de la cellule, d'un grand nombre d'assez gros grains de sécrétion (ou grains de ségrégation de Renaut et Regaud), qu'il appelle les *grains urinaires*. Il signale leurs variations fonctionnelles dans les différents tubes.

Regaud et Policard ont confirmé l'existence de ces grains chez les mêmes animaux. Dans une dissociation du tube frais, ces grains leur apparaissent sphériques, parfois jaune-verdâtres, le plus souvent incolores, difficiles à voir. Mais, si l'on ajoute à la solution physiologique de sel une petite quantité de rouge neutre, on les voit, dans la cellule encore vivante, accaparer et accumuler cette couleur au point de se colorer vivement en rouge, le protoplasme restant incolore. On peut alors aisément suivre leurs variations, constater que, dans certains tubes, ils sont fins et peu nombreux (c'est évidemment leur premier stade), que dans d'autres ils sont gros, abondants, serrés l'un contre l'autre, et remplissent tout le sommet de la cellule. Comme l'ont montré Himmell et Plato sur d'autres objets, ce ne serait pas le grain lui-même qui se colorerait, car — mis complètement en liberté, il pâlit de suite, — c'est le liquide vacuolaire qui l'imbibe et l'entoure, c'est le protoplasme voisin¹. Les mélanges de Bouin et de Lenhossek permettent de fixer ces grains; ils prennent alors vivement

l'hématoxyline au fer et les couleurs d'aniline. Quelques-uns, vraisemblablement moins murs, restent plus pâles. On peut dire, en résumé, que chaque tube contourné traverse tour à tour un certain nombre de stades fonctionnels au cours desquels il se charge de grains d'abord petits, qui grossissent, mûrissent et finalement disparaissent.

Chez les Mammifères, on a trouvé des grains analogues, mais plus rares, plus petits, et épars dans toute la région supra-nucléaire. Arnold (1902)² les met en évidence (souris) en faisant dans le tissu sous-cutané des injections de rouge neutre qui est éliminé par le rein, ou en dissociant à même dans ce liquide. Rathery, dans les pièces fixées, ne peut retrouver chez les Mammifères ces grains, qu'il colore pourtant facilement chez la grenouille. Ils ne paraissent donc pas avoir la même importance, ou, tout au moins, ils sont ou bien plus éphémères, ou bien moins distincts du protoplasme.

On a trouvé encore d'autres enclaves dans la cellule rénale. Parfois, ce sont des gouttelettes de graisse, mais, plus souvent encore, des gouttelettes de corps voisins des graisses (cholestérines, lécithines, ou combinaisons mal déterminées d'albuminoïdes et de graisses). Gurwitsch (1902)³ rencontre chez la grenouille un grand nombre de ces *vacuoles lipidiques* (accompagnées souvent de vacuoles salines) et leur fait jouer, comme nous allons le voir, un rôle considérable. Regaud et Policard les retrouvent nombreuses chez les Ophidiens, sous forme de vésicules mamelonnées, à contours irréguliers, colorables (après fixation) par l'hématoxyline cuprique de Weigert, ou par l'hématoxyline ferrique. Mais elles semblent avoir peu d'importance chez les Mammifères, où elles sont petites et inconstantes; les vacuoles aqueuses y sont plus fréquentes.

6. *Corpuscule central et cil.* — Zimmermann⁴ (1898) a trouvé dans la cellule rénale du lapin, comme en beaucoup d'autres éléments épithéliaux, un corpuscule central voisin de la surface, sous forme de diplosome. L'un des deux grains, plus périphérique, porterait un mince cil central extrêmement délicat, continué intérieurement par une racine. Disse (1902) fait la même observation chez le Rat et le Chien. Joseph (1905) confirme. Chez certains animaux (torpille), le diplosome se dédoublerait. Ce serait là une tendance de la cellule à cil central à passer à l'état de cellule ciliée ordinaire. Rattachant, comme beaucoup d'auteurs, les corpuscules

¹ On a émis diverses théories pour expliquer ce fait. Ne pourrait-on l'interpréter comme révélant simplement l'existence, autour de chaque corpuscule, de phénomènes d'oxydation intenses, trahissant ici l'élaboration de l'acide hippurique? On sait que la moindre trace d'acide (et l'eau oxygénée également: Regaud) fait virer au rouge vif une solution étendue de rouge neutre.

² ARNOLD: *Anatomischer Anzeiger*, t. XXI, 1902, p. 117.

³ GURWITSCH: *Archiv für die gesamt. Physiologie*, t. XCI, 1902, p. 71.

⁴ ZIMMERMANN: *Archiv für mik. Anat.*, t. LII, 1898.

basaux à la présence de cils mobiles, il se refuse à en voir un à la base de chacun des bâtonnets de la bordure striée : la présence du diplosome et du cil central exclurait la possibilité de leur existence.

7. *Mécanisme de la sécrétion.* — Armé de toutes ces données, a-t-on pu arriver à des résultats nouveaux touchant la fonction du tube contourné? Chaque auteur croit y parvenir de son côté, mais les résultats sont encore bien peu concordants.

D'abord, l'ancienne théorie (encore soutenue par Sobieranski, 1895), qui attribue au tube contourné non pas un rôle de sécrétion, mais un rôle de résorption (il reprendrait dans le sérum sanguin filtré en nature par le glomérule l'albumine et divers autres matériaux), est de plus en plus abandonnée. Lindemann¹ a institué l'expérience suivante : Sur des chiens vivants, il lie l'uretère et remplit d'huile d'olive le bassin. S'il y avait résorption d'une partie de l'urine dans son passage à travers le rein, dit-il, il y aurait ascension de l'huile dans les tubes excréteurs; or, jamais il n'a pu constater sa pénétration dans le parenchyme rénal. Il y aurait quelques objections à faire à cette expérience. La fonction sécrétrice du tube contourné (car d'autres parties peuvent résorber) est encore plus nettement démontrée par les dispositions structurales récemment mises en évidence, et notamment par l'existence nette, chez certains Vertébrés tout au moins, des grains et vacuoles de sécrétion. Elle est démontrée aussi par le rejet à ce niveau des matières colorantes injectées. Mais comment se fait cette sécrétion?

Ici recommencent les divergences. Nous avons déjà vu l'opinion de Disse, qui ne tient aucun compte de l'existence de la bordure en brosse, puisqu'il n'y voit qu'une simple apparence. Mais la plupart des auteurs, admettant l'existence fréquente, sinon constante, de cette bordure, lui font jouer un rôle. Leurs observations se rapprochent presque toutes, plus ou moins, de celles de Nicolas sur le corps de Wolf (1891) et de van Gehuchten (1890-1893) sur l'intestin moyen de la *Ptychoptera contaminata*. Comme ces auteurs, ils voient, au moment de la sécrétion, des boules d'aspect sarcodique écarter les bâtonnets de la bordure et venir perler à la surface, puis se détacher : c'est une sorte de filtration. La conception de Disse (1892-1902) n'est, en somme, qu'une variante de cette théorie, variante dans laquelle la bordure en brosse n'a plus d'existence à part. C'est la *théorie vésiculaire*. Tous les auteurs qui l'admettent, et c'est encore l'opinion classique, considèrent comme

produit de sécrétion les boules, ou vacuoles, qui remplissent la lumière sur leurs préparations, et qui sont généralement serrées l'une contre l'autre au point de donner l'impression d'une substance réticulée.

Tout autre pourtant est la conception de Renaut et de ses élèves (Hortolès dès 1881, Regaud et Policard), qui considèrent ces boules comme de véritables boules sarcodiques traduisant une altération et le plus souvent une mauvaise fixation de la cellule. Tout autre est aussi la conception de Sauer, et celle de Rathery qui refait et complète ses expériences. Pour ces deux derniers, pour Renaut, Regaud et Policard, la bordure ou cuticule striée est la membrane dialysante essentielle pour la compréhension de la sécrétion, qu'il y ait ou non échange moléculaire, comme l'admet Koranyi (1894)¹. Pour Sauer et Rathery, elle existe, comme nous l'avons déjà vu, sur tous les tubes, à tous les stades de la sécrétion normale, et est continue et absolument invariable. Seule, dit Rathery, la largeur de la lumière indique les variations excrétoires. Au minimum de la sécrétion, la coupe transversale du tube montre une lumière étroite, stellaire, des cellules très hautes; au maximum, la lumière est large et les cellules basses. Il vaut mieux dire, croyons-nous, que le premier aspect traduit la période de charge ou de début de la sécrétion, le second la période finale et l'épuisement qui la suit immédiatement. La bordure striée, pour Rathery, est non seulement une membrane dialysante très sensible et vivante, mais aussi un moyen de protection contre l'osmonocivité possible du liquide contenu dans la lumière. Cette lumière serait toujours, après une bonne fixation, *absolument libre* de produits figurés. Normalement, le liquide qui y coule, venu du glomérule, est une solution saline de tension osmotique constante, et telle qu'elle ne puisse à aucun degré être osmonocive pour la cellule. Si l'on augmente dans une forte proportion et de façon prolongée l'apport des chlorures, la concentration de l'urine dans le tube augmente et produit des lésions rénales et l'albuminurie; si l'épithélium a été antérieurement lésé, les moindres variations dans les chlorures feront apparaître cette albuminurie.

Regaud et Policard exprimaient déjà des idées analogues, mais moins développées, sur les processus osmotiques au niveau de la bordure en brosse. Une de leurs observations montre, en outre,

¹ LINDEMANN: *Ziegler's Beiträge zur pathol. Anat.*, t. XXXVII, 1904.

¹ D'après KORANYI, il y aurait, au niveau du tube contourné, échange épimoléculaire entre le chlorure de sodium éliminé par le glomérule et les molécules organiques sorties du sang par l'entremise de l'épithélium du tube. Regaud et Policard font observer qu'un tel échange ne peut avoir lieu dans les diverticules (voir plus loin).

l'indépendance relative du glomérule et du tube contourné : c'est la constatation de l'existence chez la lamproie (et les Téléostéens : Mawas), chez les Ophidiens, de diverticules des tubes contournés, ayant la même structure que ces tubes, mais dans lesquels le courant venu du glomérule ne peut passer. Toutes les théories qui exigent la dépendance étroite de ces deux parties du tube urinaire (et en premier lieu celle de la résorption) reçoivent de ce fait une profonde atteinte.

Nous devons encore mentionner la théorie de Gurwitsch¹. Le botaniste Overton (1897)² a découvert que les cellules vivantes ne se laissent pénétrer que par les substances solubles dans les corps lipoides, et, pour l'expliquer, il admet qu'elles possèdent à leur surface une mince couche de protoplasme imprégné de lipoides. Gurwitsch essaie d'appliquer ces données à la cellule rénale. Il reconnaît qu'elle fait exception, puisqu'elle se laisse pénétrer par des corps insolubles dans les lipoides (bleu d'aniline, rouge Congo, acide urique, etc.). Non seulement elle les laisse pénétrer, mais il est facile de vérifier qu'elle les accumule en grande quantité. Il admet donc que la couche protectrice imprégnée de lipoides fait défaut ici ; mais, en revanche, les vacuoles à contenu lipoidé joueraient un grand rôle. Ce seraient des organites plus ou moins permanents de la cellule, destinés précisément à dissoudre en quantité considérable et à accumuler les substances à éliminer, qui peu à peu passeraient dans la lumière, où Gurwitsch croit avoir vu parfois ces vacuoles s'ouvrir. Pourtant, Regaud et Policard n'ont jamais pu faire absorber aux vacuoles lipoides le rouge neutre que les grains de ségrégation prennent avec tant d'intensité. Ils admettent donc l'accumulation à un haut degré de concentration des matières à éliminer, dans des vacuoles à contenu liquide ou pâteux, et particulièrement dans celles contenant les grains de ségrégation ; mais ils se refusent à localiser ce pouvoir dans les vacuoles qu'ils ont eux-mêmes décrites comme lipoides. Entre les vacuoles à haute tension osmotique et le liquide de la lumière s'établirait, pour finir, un courant exosmotique réglé par la bordure striée dialysante. Peu importerait que cette bordure disparût ou fût modifiée à certains stades, pourvu qu'elle fût présente au moment où son intervention comme dialyseur est nécessaire. Ainsi remaniée, la théorie des accumulateurs est très séduisante ; mais il y aura sans doute des additions et des changements à introduire dans les descriptions de Gurwitsch, et même dans la loi

d'Overton. Comme le fait remarquer ailleurs Policard (Thèse), il n'est pas prouvé que ce soient les mêmes vacuoles que Gurwitsch a vues à deux stades différents à la base et au sommet de la cellule. Il y a là toute une série d'observations très intéressantes à reprendre et surtout à étendre.

Ces recherches se relient à celles que l'on a faites depuis longtemps pour trouver le lieu exact d'élimination des principes essentiels de l'urine. On sait que ces recherches remontent à R. Heidenhain (1874), qui eut l'idée de faire éliminer par le rein du carmin d'indigo injecté dans le sang, de le précipiter en place pendant son élimination par une fixation appropriée, et de lui faire marquer ainsi, par un précipité bleu, le chemin qu'il avait parcouru. Il montra, par ce moyen, que l'élimination a lieu par les cellules épithéliales du tube contourné, et non par le glomérule. Policard³ donne une bonne revue d'ensemble de toutes les expériences du même genre qui ont été faites depuis avec d'autres substances colorantes (rouge neutre, bleu de toluidine, bleu de méthylène, etc.). Il montre qu'avec de légères variantes les faits observés confirment en somme les données de Heidenhain. Biberfeld⁴ arrive aux mêmes résultats en expérience avec des sels colorés ou incolores, même insolubles, pourvu qu'ils ne soient pas toxiques.

Mais peut-on conclure du mode d'élimination de ces substances étrangères à celui des constituants normaux de l'urine ? Sans être identiques, répondent ces auteurs, les phénomènes cellulaires de l'élimination ne peuvent être que très voisins. Pourtant, il serait bon de prendre sur le fait ces constituants normaux dans leur sortie. C'est ce qu'on a réussi à faire récemment. Anten (1901)⁵ fait circuler dans le rein de chiens vivants une solution ammoniacale de chlorure d'argent, qui ne précipite ni les chlorures, ni les phosphates, ni l'albumine, mais qui précipite l'acide urique et ses sels à l'état d'urate d'argent. Il entraîne, par une injection de solution physiologique de sel, l'argent non utilisé, fixe le rein par l'alcool, réduit l'urate d'argent par exposition des coupes à la lumière, et y trouve les tubes contournés et les branches ascendantes de l'anse de Henle bourrés de fines granulations noires d'argent réduit, tandis que les glomérules n'en contiennent point. Sans connaître ces résultats, Courmont et André⁶ ont eu l'idée analogue de déceler « les diverses substances du groupe purique » par le nitrate d'argent en lavant longuement les

¹ POLICARD : Thèse Lyon, 1903.

² BIBERFELD : Archives de Pflüger, 1905, et Habilitationsschrift, Breslau, 1904.

³ ANTEN : Archives internat. de Pharmacodynamie, 1904.

⁴ COURMONT et ANDRÉ : Soc. méd. des hôpitaux de Lyon, 1904.

¹ GURWITSCH : Archiv f. die gesamt. Physiologie, t. XCII, p. 71, 1902.

² OVERTON : Pringsheim Jahrbuch. f. wiss. Botanik, t. XXXIV, 1899.

coupes pour les déchlorurer avant de les argenter. Ils ont obtenu les mêmes résultats, sauf qu'ils aperçoivent aussi des grains d'argent réduit dans la branche descendante. Regaud¹ fait ressortir l'importance de ces expériences. Dans les préparations des auteurs français, il a pu vérifier que, chez la grenouille, les grains d'argent réduit, assez gros et abondants, correspondent comme situation aux vacuoles à albuminoïdes et à cristalloïdes (région supra-nucléaire), qui doivent, les unes et les autres, servir de support à la substance révélée, et non aux vacuoles lipoides. Chez le chien, où les enclaves sont peu développées, les grains sont plus fins et disséminés. Peut-être est-ce parce que la substance à éliminer reste en combinaison avec la substance vivante pour ne s'en séparer qu'au moment de l'excrétion. Les grains sont inégalement abondants dans les divers tubes, ce qui correspond bien à l'alternance fonctionnelle déjà signalée (Regaud).

Enfin, il nous reste à parler, pour en finir avec le mécanisme de la sécrétion, de la théorie toute récente de Retterer². Contrairement à tous les auteurs précédents, Retterer admet que « l'épithélium rénal naît, s'accroît et meurt comme celui d'une glande sébacée. A mesure que le sang amène au rein les matériaux étrangers ou les déchets, la cellule rénale s'en imprègne, et, pendant qu'elle vieillit et tombe en deliquium, elle les entraîne au dehors. On peut expliquer de cette façon que le rein devienne « un organe d'équilibration ou de dépuración, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des hypothèses non vérifiables, telles que la filtration, la dialyse, la contraction des bâtonnets ou l'échange moléculaire ». Ces conclusions sont basées sur des expériences, faites sur des cobayes,

maintenus en état d'anurie ou de polyurie, suivant qu'ils étaient au régime sec ou au régime humide, et soumis à des injections sous-cutanées de chlorure de sodium, d'urée ou de bleu de méthylène. A certains moments, on observerait plusieurs couches de noyaux dans les tubes, et les cellules les plus centrales se détruiraient; leur fonctionnement serait donc holocrine. A la façon de Disse, Retterer considère la bordure en brosse comme une formation temporaire, et représentant uniquement la portion superficielle du protoplasme à certains stades. On pourrait la faire apparaître à volonté dans certains réactifs. Des conclusions aussi éloignées de celles de la plupart des autres auteurs appellent évidemment une vérification minutieuse avant d'être admises, de même que les critiques adressées par Retterer aux autres théories demandent à être examinées avec soin.

Nous n'avons pas parlé du noyau de la cellule rénale au cours de cet exposé, parce que son rôle éventuel dans la sécrétion est encore très douteux et peu étudié. D'après Tribondeau, pourtant, parmi les cellules des tubes contournés, les unes ont un gros nucléole central, les autres en manquent; mais on le retrouverait alors en plein protoplasme, où il se métamorphoserait en « grains urinaires », c'est-à-dire en grains de sécrétion. Regaud et Policard croient qu'il s'agit d'un simple entraînement par le rasoir. Ils ont bien trouvé parfois des corpuscules chromatoïdes au voisinage du noyau, mais d'une façon très inconstante; ils nient absolument leur fragmentation en grains de ségrégation; pour eux, la participation du noyau à la sécrétion n'est pas rigoureusement démontrée ici, et, dans tous les cas, elle ne saurait être qu'indirecte.

E. Laguesse,

Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

¹ REGAUD : *Lyon médical*, 20 novembre 1904, et *Soc. méd. des hôpitaux*.

² RETTERER : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1906, et *Association des Anatomistes*, Bordeaux, 1906.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Patou (J.), Agrégé des Sciences mathématiques, Professeur au Lycée de Tunis. — Petit Traité mathématique et pratique des opérations commerciales et financières. I. Arithmétique commerciale. II. Éléments d'Algèbre financière. — 2 vol. (Prix : 9 fr. 50.) Vuibert et Nony, éditeurs. Paris.

Les Mathématiques commerciales et financières occupent une très modeste place dans la littérature scientifique française. A peine effleurées dans l'enseignement secondaire, elles sont ignorées à la Faculté; seules, les Ecoles de Commerce, écloses malheureusement pour abuser de la loi militaire, leur avaient fait un accueil honorable.

Nous sortions des limites d'un compte rendu et du sujet lui-même si nous essayions d'expliquer ces anomalies. Il est cependant nécessaire d'en dire quelques mots.

Au Lycée, les questions d'annuités sont abordées sans entrain; elles sont très redoutées au Baccalauréat. A la Faculté, sauf dans le voisinage des Ecoles de Commerce, rien n'amène, malgré la liberté des programmes, les professeurs de Mathématiques à excursionner dans le domaine financier. Cette défaveur est-elle la suite d'une vieille légende classant les opérations financières parmi les plus difficiles, ou bien croit-on que les applications mathématiques soient moins aptes à révéler un Cauchy en herbe que les éternelles discussions du triangle?

La première opinion pouvait se soutenir par les anciens ouvrages, d'une lecture souvent ardue, pour ne pas dire davantage; mais aujourd'hui maîtres et élèves n'ont que l'embarras du choix avec MM. Brasilier, Marie et les deux volumes que M. Patou consacre à exposer les problèmes financiers sous la forme la plus classique et la plus attrayante.

Les derniers programmes, et surtout les commentaires qui les accompagnent, font justice de cette croyance erronée que les applications déforment le cerveau d'un futur mathématicien. Et cependant notre enseignement national glorifie surtout ceux qui jonglent habilement avec les belles formules, et l'avenir n'est assuré qu'à de rares privilégiés parmi les détenteurs de parchemins bien étrangers souvent aux conditions réelles de la vie. Ne voit-on pas fréquemment le licencié, aussi bien que le bachelier, supplanté par l'auditeur studieux d'un cours commercial ou le simple commis de banque laborieux, tandis que le commerçant, l'industriel ignorent les lois de l'amortissement, et les hommes publics celles des assurances dont ils font cependant la base d'un nouveau système social?

C'est un signe des temps que de voir un agrégé de l'Université, professeur émérite, traiter d'une plume alerte et vivante des questions vitales à notre époque de luttes économiques.

Le volume I est consacré à l'Arithmétique commerciale. Après l'exposé rapide, mais complet, des méthodes de calculs abrégés et approchés, l'auteur développe le système métrique, la théorie des grandeurs proportionnelles et aborde les questions commerciales proprement dites : Intérêt et Escompte, Comptes courants, Valeurs mobilières avec les opérations de Bourse, et termine avec le change et l'arbitrage. Chaque question, bien posée et bien définie, est suivie d'un exemple numérique. En outre, 300 problèmes fort bien choisis envisagent tous les cas possibles.

Malgré leurs avantages évidents, les méthodes de

calculs abrégés sont peu appliquées; elles sont même très peu connues. Celui qui les étudiera dans ce premier volume sera aussi surpris que charmé de leur simplicité et de leur facile assimilation. Les opérations de Bourse sont exposées avec une clarté et des détails si suggestifs que l'on doit sans peine passer de la théorie à la pratique.

Le tome II, Éléments d'Algèbre financière, est écrit avec le même soin que le précédent. La partie algébrique sert de base aux théories de l'intérêt composé, des rentes, annuités, etc.; elle est traitée complètement, mais sans superfluités.

L'idée fondamentale à bien saisir ou, si l'on peut s'exprimer ainsi, la clef d'assimilation de toutes les questions financières est la notion de la valeur actuelle d'un capital payable à une échéance quelconque.

Une définition claire, des répétitions nombreuses et faites à propos précisent cette notion, et le lecteur suit sans peine l'auteur dans l'établissement de toutes les formules d'échéance commune, de rentes, d'annuités, de placement et d'amortissement, réputées cependant difficiles. Un exemple numérique très explicite complète chaque question; toutes celles que l'on peut rencontrer dans la pratique sont résumées ensuite sous forme de problèmes très bien gradués.

La théorie des assurances, qui apparaît à beaucoup comme un peu énigmatique, repose sur le calcul des probabilités. Le sujet est délicat; habilement présenté, il est accessible à tous. L'auteur examine toutes les hypothèses qu'il utilisera dans la théorie des jeux de hasard et des assurances; elles ne sont pas toutes indispensables dans une première étude, mais le professeur et l'étudiant lui-même sauront aisément faire les coupures nécessaires. A la théorie des assurances, M. Patou joint les conventions usuelles adoptées par les Compagnies. Au prix d'un effort minime, chacun peut juger et discuter le tarif qui lui est présenté. Ce résultat est extrêmement important, à notre avis. L'un des soucis les plus vifs de l'homme moderne est, en effets, de mettre sa famille à l'abri de la nécessité, si la mort vient brusquement le surprendre. Les assurances, avec leurs multiples combinaisons, lui offrent toujours une solution acceptable, s'il sait choisir.

Avec la Caisse nationale des Retraites, l'Etat a fait la plus belle application du principe des assurances. Malheureusement, elle est peu connue, malgré la vogue des idées mutualistes et sociales. A tous ceux qui désirent avec sincérité protéger efficacement le travailleur contre les embarras d'argent et les misères de la vieillesse, nous conseillons la lecture de cette partie si bien documentée de l'ouvrage de M. Patou.

Depuis longtemps, les principaux problèmes financiers se résolvent rapidement à l'aide de Tables, dont les plus répandues sont celles de Violine et Péreire et les plus récentes de M. Vintejoux. M. Patou a terminé son deuxième volume par le résumé des Tables les plus pratiques, calculs d'intérêts et tables de mortalité anciennes et nouvelles. Elles se prêtent à toutes les applications usuelles.

Cet ouvrage a sa place marquée dans les Ecoles techniques, les établissements financiers et sur la table du philanthrope. Il s'imposera de lui-même à l'Université.

A. LEBEEF.

Directeur de l'Observatoire de Besançon.

Secret (J.-A.). — Lehrbuch der Differential und Integral rechnung, tome I. Troisième édition allemande par G. SCHEFFERS. — 1 vol. in-8° de 624 pages. (Prix : 16 fr. 25.) B.-G. Teubner, Leipzig, 1906.

2° Sciences physiques

Marchis (L.), *Professeur-adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Production et utilisation du Froid. Avec une Préface de MM. E. MALAQUIN et L. NERDEUX. — 1 vol. gr. in-4° de 586 pages avec 403 figures. (Prix broché : 37 fr. 30.) H. Bugod et E. Pinot, éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins. Paris, 1906.*

Depuis plusieurs années, M. Marchis s'est attaché à l'étude des applications industrielles de la Physique, et en particulier de l'industrie frigorifique. En 1904-1905, il faisait de cette dernière le sujet du cours qu'il professait à la Faculté des Sciences de Bordeaux, et ses leçons, autographiées, furent présentées naguère à nos lecteurs par M. E. Mathias¹. Le magnifique ouvrage qu'il publie aujourd'hui est le développement de ces leçons, mises à la portée du monde industriel et enrichies d'une foule de renseignements empruntés aux travaux des spécialistes et des praticiens de tous les pays.

Nous ne reviendrons pas sur le plan général de l'ouvrage, qui est resté à peu près le même que celui des *Leçons sur le Froid industriel* : étude des machines destinées à produire le froid, et utilisation du froid, en particulier pour la conservation des substances alimentaires. Nous nous contenterons d'insister, avec les auteurs de la Préface, MM. Malaquin et Nerdeux, sur le rôle important que cette œuvre est appelée à jouer au moment où l'industrie frigorifique commence à préoccuper à juste titre le monde agricole et commercial. Autrefois, le marché des denrées alimentaires était presque exclusivement national ; la nature même, essentiellement périssable, de ses produits et son incompatibilité avec les transports à grande distance le préservaient de la concurrence étrangère. Aujourd'hui, la mise en pratique des procédés scientifiques modernes révolutionne cet état de choses, et l'existence des transports frigorifiques permet aux produits de l'Amérique du Sud et de l'Australie de venir concurrencer sur les marchés européens ceux de nos pays. D'autre part, l'application du froid est en train de modifier l'évolution de certaines industries (laiterie, fromagerie, horticulture, boucherie, charcuterie, etc.). A tous ceux que ce mouvement préoccupe ou touche dans leurs intérêts et qui désirent se documenter sur l'industrie frigorifique et les services qu'elle peut rendre, on ne saurait mieux faire que recommander la lecture de l'ouvrage de M. Marchis. L. B.

Etard (A.), *Examineur à l'Ecole Polytechnique, Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie, Chef de Laboratoire à l'Institut Pasteur. — La Biochimie et les Chlorophylles. — 1 vol. in-8° de 224 pages, avec figures. Masson et Co, éditeurs. Paris, 1906.*

En raison de la complexité de ses études, la Biologie a besoin, plus peut-être que toute autre science, du concours incessant de ses aînées ; aussi la voyons-nous se subdiviser en Biochimie, Biophysique et Biodynamique, autant de spécialités qui, chacune dans sa sphère, concentrent leurs efforts sur le même objet.

L'union de toutes ces branches n'est sans doute pas absolument parfaite ; on reproche souvent aux biochimistes de n'être pas assez physiologistes, à ceux-ci de ne pas assez tenir compte des indications ou des analogies que leur fournissent leurs coassociés ; mesquines querelles qui ne sauraient influencer les progrès de la science ; en ce qui concerne la Biologie végétale, nous en avons comme preuve les conquêtes que chaque jour viennent élargir son domaine.

Depuis seulement trente-cinq ans que je m'intéresse à ces questions, les travaux de Wiesner, de Pfeffer, de

Timiriazeff, de Fischer et d'autres, sans compter les bactériologistes, sont venus résoudre d'une façon qu'on peut croire définitive les délicats problèmes de la transpiration, de la turgescence et de la nutrition chez les plantes ; ce sont autant de voies tracées dans le vaste champ de la Biologie générale, qui en font mieux ressortir les ombres et définissent plus nettement les questions qu'il faut mettre à l'étude. Celles-ci sont surtout d'ordre physico-chimique, puisque la vie est une suite de transformations de la matière, effectuées en l'absence de tout état d'équilibre ; c'est ce qui nous autorise à élever quelque peu la voix dans le concert qui nous réunit aux physiologistes.

Le temps n'est plus où un Pasteur ou un Glanville Bernard pouvaient faire d'immortelles découvertes avec le seul secours des éléments de Chimie et de Physique qu'on possédait alors ; aujourd'hui, il faut compléter ces éléments par les notions plus modernes de l'osmose, de la stéréochimie, de la catalyse, des solutions solides ou colloïdales, des absorptions d'énergie de toute espèce, calorifique, lumineuse ou extra-spectrale. Et, à ce point de vue, la Biologie végétale nous apparaît plus complexe que la Biologie animale, car, à l'étude des fonctions destructives des plantes, communes à tous les êtres vivants, elle doit joindre celle de leurs fonctions créatrices, incontestablement plus importantes que les autres, puisque ce sont elles qui accumulent et nous livrent la meilleure partie de l'énergie solaire.

Comment et sous quelle forme celle-ci agit-elle ? L'expérience montre qu'elle détermine dans la cellule verte la transformation de l'acide carbonique aérien en hydrates de carbone. C'est là une réaction grandement endothermique à froid, qui, par conséquent, ne peut s'effectuer que sous l'influence d'une radiation émanant de sources à température plus élevée que la combustion du sucre ; c'est pour cela que la lumière seule est efficace dans ce grand phénomène naturel et que la chaleur obscure reste sans effet sur l'assimilation chlorophyllienne. Mais, alors, quel est le rôle des matières colorantes de la feuille et pourquoi montrent-elles un spectre de bandes ?

M. Etard se préoccupe de cette question ; pour lui, chaque radiation lumineuse exerce une action spécifique sur le protoplasma et, certaines lui étant nuisibles, au moins à certaines époques de la végétation, le rôle des pigments de la feuille serait d'atténuer celles-ci en même temps que d'absorber l'énergie des autres. La première de ces fonctions lui semble dévolue au carotène, qui arrête complètement la partie la plus réfrangible du spectre, la seconde aux chlorophylles phylloclaurines.

C'est, comme on le voit, une combinaison du système Pringsheim avec le système Timiriazeff ; mais que devient, en pareille occurrence, l'énergie des rayons absorbés par le carotène et la dernière bande de la chlorophylle, celle qui recouvre le bleu et le violet ? Est-elle simplement dispersée ou est-elle dégradée, ramenée à une longueur d'onde plus grande et, partant, plus favorable ? On ne sait ; mais, en tout cas, l'existence de semblables écrans devient pour nous la preuve que notre soleil, de même que l'arc voltaïque, est trop chaud pour la végétation qu'il anime ; conclusion au moins rassurante pour l'avenir de celle-ci et de nos descendants.

M. Etard appelle en même temps l'attention sur ce fait que le sang et la bile présentent aussi un spectre de bandes, bien que ces humeurs circulent à l'ombre des organes et ne tirent, par suite, aucun bénéfice de leur coloration. C'est là ce qui avait autrefois fait rapprocher le grain de chlorophylle du globeau sanguin ; une nouvelle analogie bien curieuse entre ces deux pigments ressort des travaux de Marchlewski, qui a transformé la phylloxaïne en acide hémétique, sorte d'acide maléique bisubstitué qui ne diffère en rien du composé que fournit l'hémoglobine dans les mêmes circonstances.

¹ *Revue gen. des Sciences* du 15 janvier 1906, t. XVII, p. 46.

Pour M. Etard, ces bandes sont peut-être la manifestation extérieure des lacunes ou liaisons multiples qui existent dans la molécule des matières colorantes complexes; on connaît, d'ailleurs, depuis longtemps déjà une propriété optique de ces lacunes: celle d'accroître proportionnellement à leur nombre l'indice de réfraction des corps qui en possèdent ou qu'on dénature artificiellement.

Reprenant ensuite l'argument favori des physiologistes, M. Etard critique la théorie de Baeyer et lui objecte qu'une substance aussi rare chez les plantes et aussi vénéneuse que l'aldéhyde formique ne saurait être considérée comme la plastide élémentaire de leurs principes immédiats. Cependant, Priestley et Usher n'ont-ils pas démontré que, en l'absence de diastases, les feuilles d'*Elodea* se chargent d'aldéhyde méthylque au soleil? Bouilliac n'a-t-il pas établi que le formol libre peut servir d'aliment aux plantes? N'est-il pas certain que les polypeptides sont des dérivés ammoniacaux, alors que, chez la plupart des espèces végétales, on ne trouve que des traces d'ammoniaque? L'acide carbonique lui-même n'est-il pas pour la cellule un poison comparable au formol, puisqu'on voit une plante dépérir dans une atmosphère qui ne contient que 5 à 6 % de gaz carbonique et, par conséquent, ne lui en apporte, par voie de dissolution, qu'un dix-millième environ de son poids? Toutes les opinions peuvent, en pareil cas, se soutenir; mais je crois, pour ma part, que, dans l'impossibilité où nous sommes de faire entre elles un choix exclusif, le mieux est de choisir momentanément la plus simple; il y a quelque chance pour qu'elle soit aussi la plus juste, car ici l'adaptation, l'accoutumance et la lutte pour la vie jouent un rôle de premier ordre, dont une partie au moins a dû être consacrée à l'amélioration de l'antique mécanisme vital.

Ecartant donc l'aldéhyde formique du cycle de la photosynthèse, M. Etard admet que l'hydrate carbonique se fixe sur une lacune de quelque principe pré-existant (lequel?), à la manière des halogènes ou des ions de l'eau: il en résulte un acide-alcool à liaisons incorrectes, par conséquent instable, qui perd aussitôt une molécule d'oxygène et se reproduit dans le nouveau corps une lacune semblable à celle qui lui a donné naissance. Le résultat final est un allongement progressif de la chaîne, qui s'enrichit, chaque fois, de CH_2O , comme dans la théorie de l'aldolisation de Baeyer, mais sans production préalable de formol toxique.

Au cours de cette discussion M. Etard, insiste tout particulièrement sur la pluralité des chlorophylles, déjà admise par M. A. Gautier, et sur leur dépendance probable de l'hydrocarbure carotène. Tout porte à croire, en effet, que ces pigments forment un certain nombre de familles naturelles à noyau commun, mais différenciées, comme celles des albuminoïdes, par le nombre et la qualité des éléments annexés à ce noyau: c'est là l'origine des écarts auxquels on se heurte quand on cherche à isoler ces corps, et il suffit de se rappeler combien il est difficile de séparer les uns des autres les acides gras au voisinage de C^{20} pour prévoir l'impossibilité absolue de la préparation d'une chlorophylle unique et pure, par l'une quelconque de nos méthodes actuelles.

M. Etard a extrait un grand nombre de ces pigments de différentes espèces végétales, en s'entourant des plus minutieuses précautions; il termine son ouvrage en indiquant la marche qu'il a suivie dans ces recherches et les résultats numériques qu'il a obtenus. Il est remarquable que certaines cires incolores et certaines chlorophylles analysées par l'auteur ne renferment respectivement que 2 % d'oxygène et 0,1 % d'azote; c'est la preuve d'une sorte de continuité entre les hydrocarbures proprement dits et les chlorophylles riches, y compris leurs produits de dédoublement, phylloxanthine et phylloanthone, qui contiennent jusqu'à 8 et près de 13 % d'azote.

La chlorophyllane, que, d'après A. Gautier, Hoppe-

Seyler et Rogalsky, renferme 4 à 5 centièmes de cet élément, n'est pour M. Etard qu'une cire teinte par de la chlorophylle; enfin, cette dernière renfermerait dans sa molécule une grande quantité d'acides gras, parfois 90 %, qu'on peut en extraire par distillation sèche. La conclusion qu'imposent ces faits et les idées qu'à leur occasion renoue M. Etard, c'est que les chlorophylles sont des principes intimement variables, dont le nombre est peut-être, comme celui des albuminoïdes possibles, supérieur à celui des gouttes d'eau que contient l'Océan; faible encouragement pour ceux qui désiraient en connaître autre chose que le style architectural.

L. MAQUENNE,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

3° Sciences naturelles

Kilian (W.), Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, Collaborateur principal au Service de la Carte géologique de France, et **Révil (J.)**, Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie, Collaborateur au Service de la Carte géologique de France. — *Études géologiques dans les Alpes occidentales. Contributions à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises (Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France). — Tome I: Description orographique et géologique de quelques parties de la Tarentaise, de la Maurienne et du Briançonnais septentrional.* — 1 vol. in-4° de xi-627 pages, 8 planches en héliogravure, 4 cartes en couleurs et 110 figures dans le texte. Paris, Imprimerie nationale.

L'un des auteurs a déjà donné ici même, dans un excellent article sur « la synthèse géologique du système alpin » (*Revue* du 30 juillet 1906), les principales conclusions de cet ouvrage considérable, qui, lorsque sa publication sera achevée, constituera certainement la plus importante contribution à l'étude géologique des Alpes françaises qui ait paru depuis la « Description géologique du Dauphiné » de Charles Lory. En attendant l'apparition du second volume, il importe de donner au lecteur une idée du plan et de l'esprit général de l'ouvrage, sans entrer dans des détails que ne comporte pas une analyse critique.

Le premier volume comprend six chapitres, qui portent les titres suivants:

- I. Description géographique de la région.
- II. Description géologique détaillée.
- III. Tectonique.
- IV. Gisements miniers et minéraux; matériaux exploitables; sources thermales; industries diverses.
- V. Bibliographies géographique, topographique et géologique de la région.
- VI. Historique.

Le second volume comprendra une description des terrains qui prennent part à la constitution géologique des zones intra-alpines françaises; une histoire géologique de la zone du Briançonnais; un aperçu historique sur les théories orogéniques; un chapitre sur la structure des Alpes en général et des Alpes françaises en particulier.

Comme on le voit, la portée générale du second volume dépassera beaucoup celle d'une monographie régionale. Tous les géologues en attendent avec impatience la publication, qui sera un véritable événement scientifique, étant donnée la grande notoriété que se sont acquises les auteurs en matière de géologie alpine.

Le plan de l'ouvrage, tel que nous venons de le résumer, donne lieu cependant à certaines critiques que les auteurs nous pardonneront de formuler ici, car elles ne s'adressent qu'à la forme et non à la valeur scientifique de l'œuvre.

La plupart des lecteurs seront certainement frappés de voir la description géologique détaillée et le chapitre relatif à la tectonique placés avant la description

des terrains. C'est là, qu'on nous permette cette expression triviale, placer la charrue devant les bœufs. Comment, en effet, peut-on décrire utilement les déformations qu'a subies une partie de la surface terrestre sous l'action des mouvements orogéniques, si l'on n'a pas fait connaître auparavant les terrains dont se compose la région, les matériaux qui constituent les couches déplacées ! Il est encore plus illogique d'étudier les gisements miniers avant la stratigraphie, alors que les roches encaissantes ne peuvent être supposées connues.

La description géologique détaillée, ainsi présentée en dehors de son cadre naturel, donne par trop l'impression de notes de carnet plus ou moins développées. La matière est exposée sans idée directrice, sans autre fil conducteur que les relations géographiques. De même, on regrette que les auteurs n'indiquent nulle part l'échelle des coupes si remarquables qui accompagnent cette description.

Le chapitre relatif à la tectonique est, par contre, une excellente synthèse, dont la valeur est encore augmentée par le schéma des dislocations qui l'accompagnent. Mais, là encore, on aurait désiré avoir sous les yeux des coupes à l'échelle, orientées de manière à ce que leur juxtaposition évoque immédiatement dans l'esprit du lecteur la structure d'ensemble de la région.

Les bibliographies et l'historique, qui occupent plus du tiers du volume, sont un précieux complément de l'ouvrage; mais on ne voit vraiment pas pour quelle raison les auteurs n'ont pas placé en tête ces deux chapitres, au lieu de les intercaler entre la partie tectonique et la partie stratigraphique. La bibliographie géographique et topographique se maintient dans les limites de la région spécialement étudiée et ne comprend pas les notes innombrables d'alpinisme purement sportif. La bibliographie géologique déborde, par contre, souvent sur toute la chaîne des Alpes, mentionnant des ouvrages qui n'ont aucunement trait à la région, et cependant elle ne constitue pas une bibliographie complète des Alpes françaises. Elle ne comprend pas moins de 988 numéros.

L'historique, qui termine le premier volume, est une des parties les plus attrayantes de l'ouvrage, car, « plus peut-être qu'aucune autre, la partie des Alpes qui fait l'objet de ce mémoire a joué un rôle considérable dans le développement de la géologie alpine, et notamment dans la première période de l'histoire des connaissances qui touchent à la structure des régions montagneuses. Peu de régions, autant qu'elle, ont donné lieu à d'aussi nombreuses publications géologiques, et des discussions retentissantes en ont rendu certaines localités (Petit-Cœur, Encombres, etc.) à jamais classiques ». D'autres publications plus récentes ont eu un retentissement non moins grand : ce sont celles où les auteurs du présent ouvrage prenaient date pour leurs belles découvertes stratigraphiques dans la Tarentaise, dans la Maurienne et dans le Briançonnais. Elles appartiennent à une période qui commence à la mort de Charles Lory et à la date où M. Kilian était appelé à succéder à cet illustre géologue dans la chaire de l'Université de Grenoble. Les auteurs exposent leurs propres recherches avec une modestie qui leur fait honneur; mais ils mettent en pleine lumière, dans leur historique, le rôle joué, dans le développement de nos connaissances sur la chaîne des Alpes et sur les mouvements orogéniques, par l'Ecole française tectonique, dont le chef incontesté est M. Marcel Bertrand.

Cette situation prépondérante, des livres tels que celui de MM. Kilian et Révil contribueront dans une large mesure à la maintenir. Mais, dès à présent, il est peut-être bon de formuler des appréhensions pour l'avenir.

Les travaux de tectonique en pays de montagne n'ont toute leur valeur que lorsqu'ils sont accompagnés de levés géologiques détaillés. En Suisse, en Italie, en Bavière, en Autriche, les géologues alpins ont à leur disposition des cartes topographiques à courbes de

niveau au 1/50.000 ou même au 1/25.000. En France, nous sommes réduits à nous servir du 1/80.000 ou à des amplifications de cette carte avec tous ses défauts, toutes ses erreurs ! C'est malheureusement sur une pareille base qu'est dressée la carte géologique des environs de Moutiers, insérée dans l'ouvrage de MM. Kilian et Révil. Il est grandement temps que cette lacune dans l'outillage scientifique de la France soit comblée.

EMILE HATO,

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

Landouzy (L.), Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Labbé (Henri et Marcel), Chefs de Laboratoire de la Clinique médicale de Laënnec. — Enquête sur l'alimentation d'une centaine d'ouvriers et d'employés parisiens. — 1 brochure in-8°, de 72 pages. Masson et C^{ie}, éditeurs, Paris, 1906.

C'est une œuvre du plus haut intérêt, en même temps qu'une bonne œuvre, que celle que MM. Landouzy, Henri et Marcel Labbé ont entreprise. Grâce aux ressources que leur offrait la clientèle hospitalière et la consultation gratuite, ils ont pu soumettre à une enquête détaillée et approfondie l'alimentation de l'ouvrier parisien et celle du petit employé. Comme le dit le sous-titre de leur brochure, ils montrent que cette alimentation est irraisonnée, insuffisante, insalubre, dispendieuse, alors qu'elle pourrait être rationnelle, suffisante, salubre, économique.

Dans le maigre budget de l'ouvrier, les dépenses alimentaires figurent pour 48 % chez l'homme, 49 % chez la femme, soit tout près de la moitié du salaire. Mais, dans ce total, que de dépenses inutiles et surtout nuisibles ! Ainsi, les boissons alcooliques représentent, chez la femme, 10 %, chez l'homme un peu plus de 25 % du salaire; les salades, cornichons, crudités de toutes sortes grèvent plus lourdement qu'on ne serait porté à le croire le budget de l'ouvrière et l'empêchent de se nourrir solidement !

Adoptant les coefficients d'Attwater et s'éclairant des travaux d'Armand Gautier, les auteurs établissent les types d'une alimentation rationnelle pour les diverses catégories d'ouvriers : ouvriers exécutant des travaux de force ou des travaux modérés, employés sédentaires, ouvriers ordinaires. En présence du régime alimentaire défectueux, ils dressent le tableau de ce que devrait et pourrait être une nourriture à la fois plus saine, plus substantielle et moins coûteuse.

Dans la seconde partie de leur travail, les auteurs passent en revue divers menus qui permettraient de réaliser aisément ce régime solide, salubre et économique. Ils insistent à bon droit sur la grande valeur du sucre, sur son potentiel énergétique élevé, sur le bon marché relatif de cette précieuse substance, sur la nécessité d'en répandre l'emploi.

Le travail se termine par une série de graphiques indiquant le nombre des calories fournies à l'organisme par un poids égal des principaux aliments usuels, le prix de ces calories, les proportions d'albumine, de graisse, d'hydrocarbonés contenus dans ces mêmes aliments, leur prix de revient, etc. La supériorité de quelques matières alimentaires, telles que : la pomme de terre, le lard, le saindoux, le poisson fumé, apparaît manifeste; elle appuie l'assertion des auteurs touchant l'abus de la viande dans l'alimentation, le faible taux de son potentiel énergétique, son excessive cherté.

C'est bien un travail d'hygiène sociale que celui de MM. Landouzy, Henri et Marcel Labbé; on y trouve toutes les données pratiques dont devrait s'inspirer, dans les milieux ouvriers, une alimentation bien comprise, où la santé et l'économie trouveraient leur compte. Il faut souhaiter que ces idées se répandent parmi les intéressés et que les médecins aident à cette diffusion par une active propagande.

Dr L. HUGOUNEQ,

Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.

4° Sciences médicales

Zimmern (A.), ancien interne des Hôpitaux. — *Éléments d'Électrothérapie clinique*. Préface de M. BERGONIÉ. — 1 vol. de 393 pages. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris, 1906.

M. Zimmern a écrit un traité d'Électrothérapie sur un plan qui lui est bien personnel : c'est que ce traité est le résultat de bien des années déjà de pratique et de réflexions. L'auteur, en effet, n'en est pas à ses débuts, et ceux qui s'occupent de questions d'électricité médicale connaissent depuis longtemps ses travaux, en particulier sur l'électricité gynécologique. Il a toujours mené de front la clinique et l'expérimentation, suivant en cela la voie à la fois la plus ardue et la plus féconde. Mais, pour un traité d'Électrothérapie, il y avait une autre difficulté à résoudre, et non des moindres : c'était l'exposé de la partie physique de la question. L'auteur, par son origine purement médicale, pouvait sembler peu autorisé en cette matière ; la lecture de l'ouvrage ne tarde pas à lever ce doute, car la partie physique y est traitée sobrement, comme il convient, mais avec un développement suffisant et une clarté parfaite. Citons en première ligne, à ce point de vue, le chapitre qui est consacré à l'électrolyse, et dont l'exposition était particulièrement délicate ; l'auteur y a expliqué avec toute la limpidité et la concision que doivent exiger les médecins, les théories modernes de cette grande branche de l'électricité, qui apportent un jour si lumineux sur les applications médicales.

L'ouvrage est d'ailleurs conçu à un point de vue purement pratique. En suivant à la lettre les prescriptions qui y sont indiquées, un médecin pourra obtenir des résultats thérapeutiques excellents, et cela sans avoir besoin d'installation coûteuse. L'auteur a eu pour but essentiel de montrer ce que l'on peut faire avec une pile de quelques éléments, un chariot de Dubois-Reymond et les instruments de mesure les plus simples. Il ne s'est d'ailleurs pas borné à cela et il a traité de tous les sujets à l'ordre du jour : tous ceux qui s'occupent d'électricité médicale à un titre quelconque auront donc intérêt à lire son livre ; mais ce qui le caractérise plus spécialement, c'est précisément d'avoir réuni en un corps de doctrine ce que la pratique courante peut, avec des frais modérés, retirer de l'électrothérapie moderne.

Dr ANDRÉ BROCA,

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Haumant (E.). — *La Russie au XVIII^e siècle*. — 1 vol. in-8° de 286 pages avec nombreuses illustrations dans le texte. May, éditeur. Paris.

M. Haumant s'est proposé de nous donner un livre de large vulgarisation. A cet effet, il a voulu faire tenir dans le cadre restreint qui lui était assigné des renseignements d'ordre élémentaire aussi variés que possible. A cet égard, *La Russie au XVIII^e siècle* est un livre très complet, et qu'on lira, non seulement avec plaisir, mais avec profit.

Après une introduction historique, l'auteur nous montre d'abord ce qu'il appelle l'*européanisation* de la Russie, c'est-à-dire la pénétration de la culture européenne dans l'Empire, encore grossier, de Pierre le Grand. Nous voyons là le rôle joué par ces innombrables étrangers venus de leur plein gré en quête d'aventures, ou appelés par les souverains. Sans doute, un grand nombre d'entre eux songent surtout à leur profit personnel, mais d'autres, tels que l'Ecosais Gordon, pour ne citer que celui-là, prennent très au sérieux leur rôle de conseiller. L'influence personnelle de Pierre le Grand et de Catherine achève de donner à une partie du pays l'impulsion nécessaire pour la mettre à même de comprendre et d'utiliser les conquêtes de la civilisation européenne.

Nous voyons ensuite le *gouvernement* de la Russie au XVIII^e siècle présenté dans une série de chapitres

sur l'Administration, l'Armée, les Finances et la Politique étrangère.

M. Haumant fait voir avec beaucoup de clarté la nécessité de la centralisation administrative qui fut l'œuvre de Pierre le Grand et qui aboutit à la création d'une série d'administrations ou Collèges. Il montre aussi comment cette création hâtive et artificielle fut retouchée, et améliorée, surtout au point de vue de l'organisation provinciale, par l'infatigable et hardie Catherine II. Par malheur, « le Gouvernement a beau multiplier le contrôle et les règlements, changer le personnel, faire appel à l'opinion publique : après chaque tentative de réforme, on revient à la même atténuation de la persistance des abus ».

L'armée, en dépit des succès qu'elle obtient au XVIII^e siècle, se présente dans un état lamentable, sur lequel tranche la coûteuse tenue des régiments de la garde, dont la grande affaire est de montrer de beaux hommes et de beaux uniformes. C'est que, dans l'armée, autant et plus que dans les autres administrations, on vole à tous les grades et sur toutes les fournitures.

Les finances n'ont pas meilleure fortune. Toutes les expéditions coûtent cher et les armements doivent être payés aux étrangers qui les fournissent. Catherine II se décide bien à créer du papier-monnaie en 1768 ; mais, peu à peu, elle se laisse entraîner sur la pente des émissions non couvertes par l'encaisse métallique, de sorte que les prix augmentent dans la mesure où baissent les assignats. En somme, à la fin du XVIII^e siècle, en dépit des lourds impôts et de l'accroissement de la population, le Trésor était vide et le crédit du pays à peu près nul.

Le chapitre qui suit est relatif aux conquêtes du siècle. Nous y voyons la Russie parvenue, à la fin du XVIII^e siècle, avec le troisième partage de la Pologne, aux limites de sa zone d'extension « facile ». Désormais, sauf des territoires relativement peu étendus qui compléteront sa frontière de l'Ouest et du Nord et agrandiront celle du Sud-Ouest, elle ne fera plus de progrès que vers l'Orient asiatique.

La troisième partie : *La Nation*, nous offre en raccourci un tableau de la société russe. D'une part les paysans, les serfs, maltraités, souvent fugitifs et organisés en bandes de brigands. D'autre part, les nobles, souvent très pauvres et surchargés d'obligations, mais formant le réseau constitutif de l'immense pays, auquel il fournissent des administrateurs et des officiers. Puis le clergé, auquel Pierre le Grand fit sentir sa rude main, nous apparaît avec son mélange de haute intelligence et de grossière brutalité. La grave question qui le préoccupe est celle des sectes, surtout celle de la grande secte des Vieux Croiyants, qui, née au XVIII^e siècle, s'organise au début du siècle suivant.

Après avoir montré le peu d'importance sociale des groupements urbains et de la classe très conservatrice des marchands, l'auteur donne enfin un bref tableau de la médiocre littérature de cette période de formation.

Tel est ce livre, que l'on lit avec plaisir et fruit tous ceux qui désireront trouver réunis des renseignements, un peu rapides peut-être, mais bien groupés, sur ce XVIII^e siècle russe, barbare et grossier, mais dans lequel apparaissent les deux plus grands noms de l'histoire politique de la Russie : Pierre le Grand et Catherine II.

On trouvera peut-être que M. Haumant abuse un peu des mots étrangers russes, et que la lecture de certaines pages devient par là assez déconcertante pour des lecteurs non familiers avec la langue russe. Quant à l'orthographe des mots russes, elle est délibérément phonétique, et M. Haumant écrit : *Fone-Vizine* ; il semble qu'il eût dû écrire pour être logique : *Vorondzof* et non *Voronzof*. On ne comprend pas non plus très bien pourquoi il transcrit le mot *Khlyst* (fouet) sous la forme *Khlouist*, alors que, partout ailleurs, il a, logiquement, transcrit le signe *yéry* par l'y traditionnel (Ex. : Filippovtsy). F. de N.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 Décembre 1906.

L'Académie présente à M. le Ministre de l'Instruction publique la liste suivante de candidats pour le poste d'astronome titulaire vacant à l'Observatoire de Paris : 1^o M. H. Renan; 2^o M. E. Fabry.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. Edm. Maillet présente ses recherches sur certains nombres transcendents. — M. L. Raffy expose quelques remarques sur la recherche des surfaces isothermiques. — M. A. Hurwitz démontre le théorème suivant : Les points critiques à distance finie de la fonction $z = g(s)$, inverse de la fonction $s = f(z)$, sont les points $s = f(z_c)$ et $s = \text{Lim. } f(z)$. — M. P. Cousin présente ses recherches sur les fonctions périodiques. — M. Loewy poursuit l'exposé de sa méthode rapide pour la détermination des erreurs de division d'un cercle méridien. — M. E. Esclangon adresse ses observations de la comète 1906 *h*, faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux. — MM. Rambaud et Sy communiquent leurs observations des comètes Thiele et Metcalf 1906 *g* et *h*, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger. — M. J. Guillaume envoie ses observations de la comète Metcalf 1906 *h*, faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. V. Crémieu déduit de ses expériences que, dans un champ gravifique très convergent, un corps plongé dans un liquide paraît soumis à quelque chose de plus que la différence entre la poussée hydrostatique et l'attraction newtonienne. — M. J. Becquerel donne une explication théorique des phénomènes magnéto-optiques présentés dans un cristal. — M. M. Moulin montre que les sels de radium peuvent remplacer l'écoulement d'eau, comme égaux de potentiel, dans les installations fixes. Les mèches au nitrate de plomb donnent aussi de bons résultats, surtout dans le vent. — M. A. Korn décrit un appareil servant à compenser l'inertie du sélénium. — M^{me} Baudouin a constaté qu'on peut charger positivement une plaque métallique isolée, placée dans un champ électrique de direction convenable, en la soumettant aux radiations ultra-violettes. — M. M. Yegourow a étudié la diffusion des solutions de sulfate de cuivre dans la gélatine; elle suit rigoureusement la loi de Stephan. — M. Binet du Jassoneix, en réduisant l'oxyde de chrome par le bore au four électrique dans des creusets de magnésie, a obtenu des fontes attaquables par HF, HCl et H₂SO₄ qui contiennent de 5 à 17 % de bore combiné. Au-dessus de cette teneur, le bore existe dans ces fontes à l'état de borure de chrome BCr. — MM. G. Bertrand et M. Javillier décrivent une méthode très sensible de recherche du zinc, basée sur la précipitation du zincate de calcium en solution ammoniacale; elle permet de déceler jusqu'à un cinq-millionième de métal. — M. P. Lemoult a constaté que les carbylamine sont, à partir de leurs éléments, des composés fortement endothermiques et à tendances explosives. L'acide cyanhydrique doit être considéré comme une carbylamine. — MM. L. J. Simon et G. Chavanne ont obtenu, à partir du glyoxylate d'éthyle : 3a phénylhydrazone, F. 131°; son oxime, F. 35°, et sa semicarbazone, F. 228°, dont la saponification fournit les dérivés correspondants de l'acide glyoxylique. — M. V. Auger, en étherifiant l'acide arsénieux par les alcools et éliminant l'eau au fur et à mesure de sa formation, a obtenu les éthers arsénieux purs : arsénite de propyle, As (OC₃H₇)₃, Eb.

217°; arsénite de butyle normal, Eb. 263°; arsénite d'isobutyle, Eb. 242°. — M. P. Freundler a constaté que l'acide benzène-azo-o-benzoyne se transforme à froid, sous l'influence de SOCl₂ ou de PCl₅, en dérivé C-oxindazylique chloré en 4 dans le noyau aromatique. Les isomères méta et para fournissent, au contraire, des chlorures d'acides normaux. — M. Ch. Schmitt, en condensant l'éther oxalacétique avec l'éther cyanacétique en présence de pipéridine, a obtenu le cyano-propénétricarboxylate d'éthyle, F. 75°. — M. R. Fosse a reconnu que les carbinols aromatiques secondaires R·CHOH se condensent facilement avec l'acide malonique pour donner, après élimination de CO₂ et H₂O, des acides propioniques bisubstitués en 3, R:CH·CH₂·CO₂H. — M. E. Léger a constaté que l'horodémine est la para-oxylphényléthylidiméthylamine OH·C₆H₄·C(CH₃)₂·Az·ClH₃.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. A. Laveran signale le départ pour le Congo français d'une Mission organisée par la Société de Géographie à l'effet d'y étudier la maladie du sommeil. — MM. A. Calmette, P. Vassenauberghe et Gryseel estiment qu'à côté de l'anthracose d'origine respiratoire et purement mécanique, dont ils n'ont jamais songé à nier l'existence, il faut admettre la réalité de l'anthracose physiologique d'origine intestinale. — M. H. Guilleminot, en triant les phases des courants de haute fréquence au moyen de ses spirales, a obtenu des effets d'élevation, utilisables en médecine et comparables à ceux des machines électrostatiques. — M. A. Guépin montre que la prophylaxie du cancer glandulaire de la prostate doit consister dans la suppression de toutes les causes de stagnation des sécrétions dans les glandes et dans le combat, par des moyens appropriés, contre l'hypersecretion prostatique. — M. R. Minckiewicz esquisse le rôle des phénomènes chromatoptiques dans l'étude des problèmes biologiques et psycho-physiologiques. — M. M. Letulle et M^{me} Pompidon décrivent la chambre respiratoire calorimétrique qu'ils ont installée dans le Laboratoire de Physiologie pathologique de l'Hôpital Boucicaut et qui permet de faire simultanément la mesure des échanges respiratoires et de la chaleur dégagée par l'homme pendant une très longue durée. — M. Y. Delage a constaté qu'en ajoutant au liquide hypertonique banal à NaCl, alcalinisé légèrement, à 1,5 centimètre cube d'une solution normale de NiCl₂, on augmente considérablement son efficacité comme agent parthénogénétique. — M. Ch. Gravier a reconnu l'existence de formations coralliennes à l'île de San-Thomé, golfe de Guinée. — M. C. Houard a étudié les modifications histologiques apportées aux fleurs du *Teucrium Chamædrys* et du *T. montanum* par des larves de *Copium*; épaississement de la paroi des corolles, formation de tissus nourriciers utiles aux céciotozoaires, castration parasitaire, etc. — M. J. Beauverie poursuit l'étude de l'évolution des corpuscules métachromatiques des graines (globoides) pendant la germination. — M. W. Tichomirow a observé que les inclusions des fruits des *Diospyros Lotus*, *D. Kaki*, *D. virginiana*, incolores pendant la vie, prennent au contact de l'air une coloration rouge, sous l'influence de l'oxydase qu'elles renferment; leur substance tannolide contient un phénol. — M. F. Zambonini a observé, comme M. Lacroix, la galène parmi les minéraux produits par les fumerolles de la dernière éruption du Vésuve. — M. J. Chautard a constaté la présence, dans la presque du Cap Vert, de deux séries de roches volcaniques : l'une, antérieure à l'Éocène moyen, formée de trachytes acides et de basaltes

et limburgites basiques; l'autre, postérieure, formée de basales.

Séance du 10 Décembre 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Bernstein démontre le théorème d'équivalence de la théorie des ensembles sans faire usage du principe d'induction complète. — M. Er. Schmidt présente ses recherches sur la puissance des systèmes orthogonaux de fonctions continues. — M. L. Fejer adresse quelques considérations sur le calcul des limites. — M. Rivereau étudie une classe d'équations différentielles réductibles aux équations linéaires. — M. P. Duhem montre que la lecture du Traité des proportions d'Albert de Saxe a suggéré à Léonard de Vinci une part très considérable de ses opinions scientifiques.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Becquerel a mis en évidence, dans les cristaux de xénotime, l'existence simultanée d'électrons négatifs et positifs pour lesquels le rapport de la charge à la masse peut atteindre $1,1 \times 10^8$, valeur de six à dix fois supérieure à celle qui correspond aux corpuscules cathodiques. — M. H. Guilleminot montre que, grâce au triage des phases de l'effluvation de haute fréquence, on peut produire dans l'organisme des effets moteurs analogues à ceux des courants employés en médecine sous le nom de courants de Morton. — MM. Chavassieu et A. Morel: Sur une réaction colorée des sucres réducteurs (voir p. 1087). — M. Pastureau, en faisant agir Br sur le superoxyde de la méthyléthylcétone, préparé par action de H^2O_2 sur la cétone en milieu acide, a obtenu une méthyléthylcétone tétrabromée $CH^2Br.CO.CH^2Br$, F. 50°. — M. Ballard a effectué plus de 600 dosages de phosphore dans les divers aliments, et il en donne les principaux résultats. — MM. R. Lépine et Boulud ont observé, consécutivement à l'injection dans la jugulaire de divers extraits d'organes et de sang asphyxique, en l'absence d'hyperglycémie, une glycosurie, d'ailleurs légère et transitoire. — M. G. Bertrand et M^{lle} L. Rivkind ont constaté que la plupart des Légumineuses renferment une diastase (émulsiue) capable d'hydrolyser la vicianine; mais ce glucoside ne se trouve que dans le genre *Vicia*, à l'exception de l'espèce *Vicia narbonensis*. — M. G. André a étudié la composition des sucs végétaux extraits des racines sous diverses pressions; elle est relativement constante. Toutefois, la concentration des sucs diminue lorsque la pression augmente.

3^o SCIENCES NATURELLES. — MM. J. Bergonié et L. Tribondeau recommandent d'éviter de produire des karyokinèses atypiques dans les applications radiothérapiques; à ce point de vue, il faut préférer les doses rares et massives aux doses faibles et répétées. — M. G. Bonnier montre que la division du travail est poussée à l'extrême dans la collectivité des abeilles. Dans des circonstances déterminées, les butineuses, non seulement d'une même ruche, mais provenant de diverses ruches et comprenant des Mellifères sauvages, peuvent se distribuer sans lutte sur les plantes mellifères. Elles arrivent ainsi, dans l'ensemble, à récolter pour le mieux et dans le moins de temps possible les substances nécessaires à toutes les colonies d'abeilles d'une même région. — M. Ed. Chatton crée un ordre nouveau de Dinoflagellés parasites, celui des Blastodiniades, représenté en particulier par le *Blastodinium Pruvoti*, caractérisés par leur reproduction par segmentation périodique d'une cellule-mère, donnant naissance à des générations successives de spores. — M. M.-A. Hérubel a observé, sur un *Sipunculus nudus*, une tumeur musculaire, présentant trois processus de dégénérescence: phagocytose directe, phagocytose après modification ou lycocytose, résorption par voie chimique. — M. G. Vert présente quelques considérations nouvelles sur l'origine et la transformation du pollen. — M. P. Becquerel a constaté que la lumière active beaucoup les phénomènes d'oxydation dans les graines à l'état de vie ralentie. Les téguments ont une

importance capitale dans l'absorption de l'oxygène et le dégagement d'acide carbonique. — M. Ph. Négris a reconnu que les conglomérats de la Messénie ne sont ni recouverts par les calcaires lithographiques ni ne les recouvrent, mais leur sont adossés. Ils sont probablement contemporains des conglomérats des Météores et se sont déposés pendant l'Oligocène.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Décembre 1906.

M. Chauvel présente un rapport sur un travail du Dr Boigey, relatif à la cécité dans la race arabe. Sur 18.780 indigènes de l'Algérie examinés par l'auteur, 1.891 (soit 10 %) présentent cette infirmité, dont 877 atteints de cécité binoculaire et 1.014 simplement borgnes. Les femmes sont atteintes en nombre égal aux hommes. Les origines principales de la cécité chez les Arabes sont: la malpropreté, les mouches, la réverbération solaire et la poussière sableuse, l'usage abusif du koeuhl. — M. Albert Robin expose ses vues sur le traitement de la pneumonie, basés sur l'étude des échanges généraux et respiratoires. Au moment de la défervescence de la pneumonie, il se produit des décharges d'urée et d'acide urique qui précèdent souvent la chute de la température, en même temps qu'augmente le coefficient d'utilisation de l'azote. Ces phénomènes, loin de coïncider avec une augmentation parallèle des échanges respiratoires, marchent de pair avec une diminution de ceux-ci; ils n'exigent donc pas la consommation d'une plus grande quantité d'oxygène. La crise pneumonique spontanée a donc pour l'une de ses conditions immédiates, sinon pour cause, non des actes d'oxydation directe, mais bien des actes d'hydratation oxydo-réductrice qui expriment le mode réactionnel de défense de l'organisme à l'encontre de l'agression pneumococcique. Les ferments métalliques qui augmentent l'azote total, l'urée, l'acide urique, tout en diminuant la consommation d'oxygène, agissent donc dans le même sens que l'effort curateur spontané de la nature dans la pneumonie; ils peuvent servir à la provoquer ou à l'accroître. Le traitement de la pneumonie par les ferments métalliques réclame toutefois des adjuvants qui sont: la saignée suivant les cas, puis le calomel à doses fractionnées, l'alcool à doses modérées, la quinine à petites doses, qu'on associe au pyramidon, enfin le vésicatoire à partir du cinquième jour. Sur 53 cas traités par cette méthode, dont 26 très graves, la mortalité n'a été que de 6 cas, soit 11,32 %. — M. A. Laveran répond aux critiques formulées par M. Kelsch contre la théorie anophélienne du paludisme.

Séance du 11 Décembre 1906.

Séance publique annuelle. M. Motet lit le Rapport général sur les prix décernés par l'Académie en 1906. — M. Jaccoud, secrétaire perpétuel, prononce l'éloge de Nocard.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 1^{er} Décembre 1906.

MM. J. Livon et Pénaud ont observé un malade porteur d'une filaire adulte, du genre dit *Loa*, manifestant sa présence par des œdèmes fugaces, une éosinophilie marquée et la présence permanente de microfilaries dans le sang, l'urine et la salive. — M. E. Cuvreur a constaté que, dans la coagulation du lait, apparaissent des acid-albuminoïdes; comme le lait, des microbes tels que le colibacille, le ferment lactique, les microbes de la présure, déterminent la coagulation avec formation de protéoses, parfois même de peptones. — M. E. Fauré-Frémiet a reconnu que le mouvement est la seule condition nécessaire que les *Opercularia* demandent à leur hôte. — M. Saggio a observé que la castration chez le lapin adulte ne produit pas de modifications morphologiques du squelette,

ni de variations dans les échanges phosphorés, tandis que, chez le lapin jeune, elle provoque un accroissement notable du système osseux et une rétention phosphorée manifeste. — M. F. Moutier montre que, dans la pleuro-tuberculose primitive, il y a une leucocytose variable, en général positive, mais modérée, avec lymphocytose et surtout mononucléose, puis anémie assez marquée. — MM. L.-C. Maillard et A. Ranc estiment que le dosage de l'indoxyle urinaire par la méthode de sulfonation permet d'atteindre une précision à 1% près. — MM. Ed. Toulouse et H. Piéron ont déterminé le cycle nycthéral de température de sept veilles de nuit; chez trois, il y a eu inversion des maxima et des minima, et chez quatre cette inversion ne s'est pas produite. — M. M. Doyon a constaté que le nitrite d'anyle détermine le relâchement des muscles bronchiques. — MM. H. Rajat et G. Péju montrent qu'il est possible de reconnaître, grâce à l'examen des formes morphologiques du parasite du muguet dans le liquide de Raulin, la variété clinique d'affection à laquelle on a affaire et, par là, le traitement à employer. — M. G. Stodel a observé que l'émulsion injectée dans une veine passe dans le suc pancréatique et dans la bile. — M. L. Martin a reconnu que le bacille de Ruediger-Hamilton n'est pas un bacille pseudo-diptérique; donc les échecs de la sérothérapie antidiptérique contre ce microbe n'ont rien de la valeur de la méthode. — M. G. Bohn a constaté que les Actinies ont la faculté, par l'orientation diverse de leurs tentacules vis-à-vis de la lumière, de régler en quelque sorte l'assimilation de l'acide carbonique due à une Algue associée. — MM. Lesné et Dreyfus montrent que, pour provoquer un diabète intense et mortel par pancréatomectomie chez le chien, il est nécessaire que l'extirpation du pancréas soit totale. — M. E. Maurel a observé que, pendant la première partie de sa grossesse, la cobaye absorbe une quantité de substances albuminoïdes sensiblement supérieure à ses besoins; c'est à leurs dépens qu'elle constitue surtout les fœtus. — M. H. Iscovesco a constaté que le sérum sanguin contient un pigment électronégatif. — M. A. Mayer montre que les nucléines et les nucléo-albumines régénérées sont des complexes colloïdaux.

Séance du 8 Décembre 1906.

M. Ch. Richet montre que, chez les lépins, herbivores, un régime alterné de cinq jours de jeûne et de cinq jours d'alimentation ne peut être, sauf exception, maintenu plus d'un mois et demi sans entraîner la mort de l'animal. — MM. A. Calmette, P. Vansteenberghe et Grysez: Sur l'antracose pulmonaire physiologique d'origine intestinale (voir p. 1085). — M. C. Mathis a obtenu de bons résultats dans la culture des trypanosomes sur milieu de Noxy-Mac Neal préalablement chauffé. — M. E. Pinoy présente un nouvel appareil de microphotographie permettant d'obtenir, même à de forts grossissements, une image donnant l'idée de la structure d'un objet présentant une certaine épaisseur. — M. E. Vidal a constaté que, sous l'influence d'injections cytolytiques anti-cancéreuses, le sujet néoplasique produit progressivement une substance empêchante sauvegardant la cellule épithéliale. Cette substance siège principalement dans le sang. — M. J. Beauverie étudie l'évolution de la protéine des cristalloïdes et du noyau dans les graines au cours de la germination. — MM. Ed. Toulouse et H. Piéron ont observé que, dans le passage du cycle nycthéral normal de température au cycle inversé chez deux veilles de nuit, le déplacement du maximum s'est fait dans un cas par avance progressive, dans l'autre par retard progressif. — M. M. Weinberg et M^{lle} J. Soeves ont reconnu que le canal intestinal des Helminthes contient des microbes empruntés à la flore intestinale de l'animal habité par ces parasites; mais leur nombre est insignifiant comparé au nombre des microbes qu'on trouve à la surface même du parasite. Ce sont ces derniers surtout qui sont inoculés par les Helminthes

quand ils perforent la muqueuse intestinale. — MM. L. Le Sourd et Ph. Pagniez ont provoqué, *in vitro* et *in vivo*, l'irrétractilité du caillot sanguin par action directe sur les hémato blastes, au moyen d'un sérum anti-hématoblastique. — M. J. Gaillard a constaté que l'éosinophilie sanguine est un phénomène fréquent dans la maladie de Recklinghausen, transmissible héréditairement. — MM. H. Rajat et G. Péju ont trouvé un ténia vivant dans un œuf de poule; il est probable que l'infection s'est faite par voie ascendante à partir du cloaque en remontant l'oviducte. — MM. C. Levaditi et Y. Manouélian ont reconnu que le spirille de la « tick-fever » ne prolifère que dans le système vasculaire et ne pénètre nullement dans le protoplasma des cellules nobles. — M. H. Iscovesco a vérifié que le sérum sanguin contient bien deux sérums albuminiques: une positive qui se transporte vers le pôle négatif et une négative qui se transporte vers le pôle positif et s'y coagule. — MM. E. Wertheimer et Ch. Dubois ont pratiqué la suture du bout central du ligament avec le bout périphérique de l'hypoglosse; il s'est produit une inversion de la fonction de l'hypoglosse, qui de vaso-constricteur est devenu vaso-dilatateur. — M. G. Bohn montre le danger des idées finalistes dans l'étude des mouvements provoqués par la lumière. — M. Al. Carrel a constaté que des vaisseaux, transplantés après avoir séjourné plusieurs jours à la glacière, peuvent jouer le rôle d'artères, au moins pendant quelques semaines. — MM. E. Beaujard et V. Henri ont observé une agglutination des hématies par une solution d'albumine d'œuf chez les animaux préparés par injection intra-péritonéale de cette albumine. — M. J. de Roy-Pailhade montre que l'hydrogène spécial du phlothin est oxydé par l'oxydase artificielle de M. Trillat. — MM. Cerné et F. Dervé signalent un cas de kyste hydatique du foie réduit sans drainage, qui a été suivi d'une pneumotomie kystique post-opératoire. — M. M. Nieloux indique le principe d'une méthode de dosage de petites quantités d'éther pur en solution aqueuse ou sulfurique; elle est basée sur l'oxydation par le bichromate et le changement de teinte qui se produit à la fin de la réaction. — M. E. Maurel estime que les fœtus de la cobaye doivent probablement être formés avec des albuminoïdes qui ont fait partie constitutive de la mère. — MM. Chavassieu et A. Morel ont observé qu'en mélangeant une solution aqueuse d'un sucre réducteur à une solution alcoolique de métadinitrobenzène en présence d'alcali, on obtient une coloration violette extrêmement intense. Cette réaction peut servir à caractériser les sucres réducteurs, en particulier le lévulose. — M. E. Fauré-Frémiet a constaté qu'il n'existe pas de condition nuisible au développement d'un *Opercularia* donné sur un insecte qui n'est pas son hôte spécifique, mais il ne semble pas exister non plus de conditions favorables à ce développement. — MM. J. Thirioix et G. Rosenthal ont observé une hypertonie du sérum et une hypotonie des urines dans un cas de coma diabétique. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild mettent en garde contre les dangers d'une opothérapie thyroïdienne poussée trop loin, qui peut changer complètement certains tempéraments. — M. P. Emile-Weil a constaté, dans les états hémorragiques, des troubles de coagulation du sang (retard plus ou moins notable, rétraction minime). — M. R. Dubois, à propos du travail de M. François-Franck sur le fonctionnement des sacs aériens des Oiseaux, rappelle qu'un travail sur ce sujet, fait dans son laboratoire par M. Soum en 1896, avait déjà conduit en partie à des conclusions analogues. — M. J. Villard maintient, contrairement aux affirmations de M. Cl. Gautier, que la matière verte du cœon d'*Yama-Mai* est distincte de la chlorophylle. — MM. E. Brissaud et Bauer exposent leur méthode d'étude des voies de la circulation veineuse intra-hépatique à l'aide des injections de masses gélatineuses colorées; cette technique leur a permis de démontrer l'innanité de l'indépendance des lobules.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 22 Novembre 1906.

M. L. Bruntz a reconnu que les « *Frontaldrüsen* » des Caprellides sont des organes globulifères. — M. L. Cuénot montre que les Eolidiens empruntent leurs nématocystes aux Cœlentérés dont ils se nourrissent. — MM. P. Jacques et L. Hoche ont étudié deux tumeurs de la base de la langue, qui leur ont paru être d'origine séro-muqueuse.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Novembre 1906.

MM. A. Cotton et H. Mouton : *Le phénomène de Majorana dans les champs intenses*. D'après Majorana, la biréfringence magnétique varie proportionnellement au carré du champ ; cette loi a été admise par plusieurs physiciens qui ont cherché à donner une théorie du phénomène. Les expériences de Majorana, comme le remarquait l'auteur lui-même, ne permettaient cependant pas de vérifier avec précision l'exactitude de la loi en question ; car le liquide avec lequel il opérait (fer Bravais ancien) lui donnait toujours d'une façon plus ou moins marquée une *inversion* (changement du signe de la biréfringence pour une certaine valeur du champ), qui venait compliquer dans les champs faibles la loi du phénomène. MM. Cotton et Mouton, qui ont réussi à retirer du fer Bravais un liquide présentant une forte biréfringence négative sans inversion, ont recherché sur ce corps si la loi de Majorana est exacte ou non. Dans des champs faibles (allant jusqu'à 13.000 unités par exemple), la courbe représentant la biréfringence en fonction du champ a bien un aspect parabolique ; cependant, le rapport de la biréfringence au carré du champ décroît légèrement d'une façon systématique. Il était donc tout indiqué de poursuivre l'étude du phénomène dans des champs plus intenses. Ces expériences ont été faites au Laboratoire de Physique du Polytechnicum de Zurich avec l'aide obligeante de M. Weiss. Celui-ci vient de faire construire un gros électro-aimant qu'il décrira prochainement et qui se prêtait particulièrement à des recherches de cette nature. Des champs dont l'intensité n'a pas dépassé 35.000 unités (ou les cuves servant à l'examen des liquides pouvaient se placer sans qu'on ait à les modifier) ont suffi pour montrer que la loi de Majorana n'est pas exacte. La courbe représentant les variations de la biréfringence du même liquide ne peut être assimilée à une parabole que dans les champs faibles ; elle présente un point d'inflexion à partir duquel la biréfringence croît beaucoup plus lentement avec le champ. La courbe représentant la biréfringence en fonction des carrés des champs est une courbe très régulière, très nettement concave vers l'axe des champs. Cette loi de variation de la biréfringence en fonction du champ est à rapprocher de celle qu'ont observée MM. Cotton et Mouton avec d'autres liquides, donnant des courbes à saturation. Elle pouvait être prévue d'après l'explication qu'ils ont adoptée des phénomènes de biréfringence magnétique, fondée sur l'orientation des particules par le champ, la biréfringence ne pouvant dépasser la valeur limite qui correspond à l'orientation exacte de toutes les particules. Quant au phénomène de l'inversion que présentent certains liquides, il s'explique très simplement, ainsi que ses variations avec la température, par le mélange dans le liquide de deux sortes de particules, les unes à forte biréfringence négative, les autres à faible biréfringence positive avec une loi de variation différente. Les premières, plus petites, subsistent seules dans les couches supérieures du liquide lorsqu'on l'a abandonné pendant longtemps au repos, et l'on peut ainsi les isoler. — M. J. Hadamard, étudiant les problèmes aux limites dans la théorie des équations aux dérivées partielles, montre que le problème de Cauchy est bien posé pour les équations du type hyperbolique,

mais qu'il ne l'est pas pour les équations du type elliptique. — M. Marage : *Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée*. On sait combien il est difficile de prévoir les propriétés acoustiques d'une salle ; les déboires nombreux qu'ont éprouvés les architectes en sont une preuve ; nous en avons en France plusieurs exemples assez récents. Le problème est assez complexe. En effet, dans une salle où se produit un son continu régulier, un auditeur peut entendre trois sortes de vibrations : 1° l'onde primaire qui vient directement de la source ; 2° des ondes diffusées en nombre infini qui sont renvoyées par les parois ; elles produisent le son de résonance ; 3° des ondes réfléchies régulièrement par les parois ; elles donnent naissance à des échos distincts. Pour qu'une salle soit bonne au point de vue acoustique, il faut qu'il n'y ait pas d'écho et que le son de résonance soit assez court pour renforcer le son qui l'a produit et ne pas empiéter sur le son suivant. M. Marage étudie le son de résonance en employant la sirène à voyelles qu'il a présentée en 1900 à la Société de Physique. Il substitue ainsi, à la voix naturelle, une vibration synthétique dont il peut déterminer exactement la hauteur, l'intensité et le timbre. Ses expériences ont porté sur six salles différentes : quatre à la Sorbonne, celle de l'Académie de Médecine et celle du Trocadéro. Suivant que le son de résonance dure plus ou moins longtemps, l'acoustique de la salle est mauvaise ou bonne. Les meilleurs amphithéâtres sont ceux de la Sorbonne : leur son de résonance dure au plus 0,9 seconde pour tous les sons. L'Académie de Médecine présente un phénomène tout particulier : en effet, les tentures que l'on a mises ont tellement amorti le son de résonance, qu'il était trop grand au moment de l'inauguration, que celui-ci ne dure plus que 0,4 seconde. On arrive ainsi à déterminer les conditions dans lesquelles doit se placer un orateur pour se faire comprendre dans une salle dont l'acoustique est défectueuse. Par exemple, au Trocadéro, l'orateur doit parler très lentement en espaçant bien les mots ; il ne doit jamais forcer la voix, et, pour se faire entendre aux 1.500 auditeurs, il ne doit pas parler plus fort que s'il se trouvait dans l'amphithéâtre de Physique de la Sorbonne, qui contient 250 auditeurs et jauge 800 mètres cubes, au lieu des 63.000 mètres cubes que jauge la salle du Trocadéro.

Séance du 7 Décembre 1906.

M. Georges Claude présente un appareil de laboratoire permettant de dépasser facilement et rapidement le vide de Crookes dans des récipients de grande capacité. Cet appareil est basé sur l'absorption des gaz par le charbon aux températures de l'air liquide. Il est constitué par un bloc métallique dans lequel sont creusées deux chambres dont une paroi est formée par une membrane métallique étanche et flexible. Suivant que ces membranes sont appliquées ou non par deux vis manœuvrables à la main, elles obturent d'une façon parfaitement étanche ou laissent libres des orifices, dont l'un met en relation l'une des chambres, par l'intermédiaire d'un caoutchouc à vide, avec une pompe mécanique auxiliaire permettant d'opérer un vide de quelques millimètres et dont l'autre relie la seconde chambre avec le récipient à charbon plongé en permanence dans l'air liquide. L'enceinte à vider, masquée à la cire Gölz sur un ajutage spécial, est en relation permanente par cet ajutage avec les deux chambres dont il vient d'être parlé, de sorte que, par la manœuvre successive des robinets, il est possible de faire dans l'ampoule un vide approximatif avec la pompe et de parfaire ce vide à l'aide du charbon. L'action est extrêmement rapide. Une seule charge de charbon et d'air liquide permet de faire une vingtaine d'expériences successives, et le charbon est régénéré par simple réchauffement dans le vide partiel fourni par la pompe. L'appareil est très peu encombrant et entièrement métallique. — M. Désiré Korda décrit le système de télégraphie rapide Pollak-Virag. Il est constitué

par un appareil de télégraphie rapide, écrivant directement, comme à la main, les lettres ordinaires de l'alphabet. Il diffère en même temps par sa puissance incomparable, permettant la transmission de 40.000 mots composés de plus de 250.000 lettres à l'heure, décuplant ainsi l'efficacité de l'appareil Baudot, qui jusqu'ici tenait la tête avec 5.000 mots à l'heure en face des 1.000 mots du célèbre appareil Hughes et des modestes 400 mots de l'appareil classique de Morse. Pour obtenir de telles vitesses, il fallait un transmetteur à rotation rapide, où la main humaine devait se borner uniquement au rôle de préparation et de mise en marche, ainsi qu'un récepteur presque sans inertie, pouvant suivre la rapidité de la transmission. Pour le premier, les inventeurs ont eu recours à un moteur électrique qui met en rotation rapide un tambour métallique sur lequel se déroule une bande de papier portant le texte du télégramme sous forme d'un système de trous perforés au moyen d'un instrument auxiliaire, le *perforateur*, complètement indépendant de l'appareil. L'aspect de ces perforations de grands et petits diamètres, qui se suivent sur la bande de papier, rappelle vaguement celui des signes de Morse. La bande de papier est serrée par un rouleau contre un tambour métallique. Ce dernier est composé de six bagues juxtaposées, isolées électriquement l'une de l'autre. Chaque bague est reliée métalliquement aux bornes correspondantes d'une batterie d'accumulateurs ou de piles sèches, déterminant, ainsi pour chaque bague, une autre différence de potentiel. Contre le ruban en papier sont serrés des balais métalliques au nombre de deux fois trois, c'est-à-dire un par bague, et dont trois sont reliés en parallèle. Lorsque le balai, passant sur la bague correspondante du rouleau par-dessus le ruban de papier, arrive sur une perforation de celui-ci, la batterie envoie par ce balai, pendant le court instant du passage de ce dernier sur le trou, un courant dans la ligne. De cette façon, on peut transmettre environ 400 émissions de courant à la seconde, tandis que, par les procédés de télégraphie ordinaires, on n'arrive à en transmettre que 5 ou 6 tout au plus. Le récepteur, la partie la plus ingénieuse de l'invention, utilise ces émissions de courant en les faisant agir sur les membranes de deux téléphones t_1 et t_2 et, par leur intermédiaire, sur un miroir qui, en réfléchissant les rayons d'une lampe à incandescence, projette un tache lumineuse sur une bande de papier sensible. Comme le miroir repose sur un point fixe, l'une des membranes téléphoniques lui imprime un mouvement vertical, tandis que l'autre le met en mouvement horizontal. Par la combinaison de ces mouvements, le faisceau lumineux réfléchi écrit dans la chambre noire le texte du télégramme en caractères latins sur le papier photographique. Le développement de ce dernier se fait automatiquement dans un bain fixateur enfermé dans une partie spéciale de l'appareil, d'où le ruban insensibilisé, d'une largeur de 10 cm., sort complètement achevé, prêt à être livré au destinataire. — **M. A. Pérot** rend compte à la Société des expériences faites récemment au Laboratoire d'Essais du Conservatoire et au Laboratoire central d'Electricité en vue de fixer les *valeurs comparatives des trois étalons à flamme*: Carcel, Hefner et Vernon-Harcourt. Les résultats obtenus, dans des conditions atmosphériques très différentes au point de vue de l'état hygrométrique, semblent montrer qu'il y a lieu d'appliquer à la lampe Carcel un coefficient de variation pour 100 égal à $0,006 \times n$, n étant le nombre de litres de vapeur d'eau par mètre cube d'air sec. Ce coefficient est intermédiaire entre celui de la lampe Hefner et celui de l'étalon Vernon-Harcourt. Si l'on fait cette correction en ramenant la Carcel au taux de 10^3 de vapeur d'eau, l'Hefner a 8,8 et la Vernon-Harcourt à 10^3 , on a :

VALEUR DES ÉTALONS

	Carcel.	Hefner.	Vernon-Harcourt.
En Carcel	1	0,0930	1,004
En Hefner	10,75	1	10,74
En Vernon-Harcourt	0,996	0,9931	1

En terminant, **M. Pérot** fait ressortir l'intérêt très grand qu'il y aurait à avoir un étalon autre que les étalons électriques qui soit indépendant des conditions atmosphériques, dont les variations sont des plus gênantes pour l'emploi précis des étalons à flamme.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 9 Novembre 1906.

MM. Ch. Moureu et **I. Lazennec** ont observé que les nitriles acétyléniques $R.C \equiv C.CAz$ s'unissent quantitativement aux amines primaires et secondaires en donnant des composés d'addition de formule générale $R.C(AzR')_2$: **Ch. CAZ**. Par hydrolyse, ces substances se dédoublent nettement en amine régénérée et nitrile β -cétonique correspondant $R.CO.CH^2.CAz$. Les auteurs ont étendu cette nouvelle méthode d'hydratation de la liaison acétylénique aux éthers-sels $R.C \equiv C.CO^+R'$ qui fournissent ainsi, sans difficulté et avec d'excellents rendements, les éthers β -cétoniques $R.CO.CH^2.CO^+R'$. — **M. P. Freundler**, en chlorant la paraldéhyde, a observé, comme **MM. Pinner** et **Claissen**, une condensation de l'aldéhyde chloracétique avec l'aldéhyde acétique mal-térée, formant de l'aldéhyde α -chlorocrotonique, qui fixe ensuite Cl_2 pour donner du chloral butyrique $CH_3.CHCl.CO^2.HO$. On peut toutefois limiter la réaction de façon à obtenir une certaine quantité d'aldéhyde chloracétique, qui peut être transformée en chloracétal. L'auteur n'a pas obtenu avec le chloral butyrique et les amides les combinaisons isomères signalées par **M. Schiff**. Il a réussi à acétaliser ce chloral en saturant sa solution alcoolique par HCl gazeux. — **M. Tiffeneau** expose ses vues sur le mécanisme de la réaction migratrice : $R(Ar).CO.OH$, $CH_3.R' \rightarrow R.CO.CH(Ar)$, $R' + H$. L'élimination de H a lieu directement sur le groupe CH_3 , créant ainsi un système intermédiaire $R(Ar).CO.OH.C^+R'$, dont l'instabilité est due à la présence d'un

||
carbone à deux valences pendantes (libres). Le passage à la forme stable nécessite, non seulement la migration de l'H oxydrique, mais encore celle du radical carboné voisin, qui est généralement un phényle, mais peut aussi ne pas l'être. D'autres exemples de transposition peuvent s'expliquer par la mise en liberté de deux valences sur un même atome de C ou d'Az. — **M. E. Léger** a poursuivi l'étude de l'hordeïne, alcaloïde qu'il a retiré des touraillons d'orge et qu'il a reconnu être une oxyphénylthyldiméthylamine. **M. G. O. Goebel** a cru pouvoir placer l'OH phénolique en para. L'auteur pense qu'il serait plutôt en ortho, à cause de la coloration violette que prend la solution de sulfate d'hordeïne avec $Fe^{+}Cl_3$ et à cause de la production d'hydrocoumarone dans l'application de la réaction d'Hofmann à l'hordeïne.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 14 Juin 1906 (suite).

MM. P. T. Herring et **S. Simpson**, étudiant les relations des cellules du foie avec les vaisseaux sanguins et les lymphatiques, sont arrivés aux conclusions suivantes : 1° Les cellules du foie sont traversées par des canaux anastomosés, fins qui peuvent être remplis par une injection en masse dans les vaisseaux sanguins. Ces canaux reçoivent indubitablement du plasma du sang. Chez le chien, des corpuscules sanguins rouges ont été aperçus occasionnellement dans les cellules hépatiques, et des cristaux qui ressemblent beaucoup à l'hémoglobine se trouvent fréquemment à l'intérieur du noyau de la cellule. Il doit donc exister une connexion intime entre le sang des vaisseaux sanguins intra-lobulaires et les cellules du foie ; 2° Les lymphatiques du foie (chien, chat) sont confinés au tissu connectif visible de la capsule de glisson et à l'adventitia des veines hépatiques. Les vaisseaux lymphatiques accompagnent l'artère hépatique et ses branches, en formant des réseaux autour de ces vais-

seaux aussi bien qu'autour des branches de la veine portale et des conduits biliaires. Il n'y a pas de lymphatiques dans les lobules. Les lymphatiques périvasculaires décrits par Me Gillavry n'existent pas. Les lymphatiques portaux et hépatiques quittent l'organe à (ou près de) la suture portale; 3° L'endothélium qui borde les espaces sanguins intralobulaires (sinusoides dans le sens de Minot) est incomplet et livre passage à la fois à un fluide et à de fines particules solides qui se rendent dans les cellules du foie. Les cellules endothéliales sont de deux sortes, grandes et petites. Les grandes cellules (cellules de Kupffer) sont phagocytiques et se projettent souvent dans les espaces sanguins; 4° Le caractère concentré de la lymphe du foie s'explique par la nature incomplète de l'endothélium bordant les vaisseaux sanguins intra-lobulaires, laquelle permet au plasma de passer directement dans les cellules du foie. Il est possible que les cellules du lobule forment un syncytium, ce qui permet à la lymphe de passer de cellule à cellule. Elle passe probablement à la périphérie des lobules dans les interstices du tissu connectif qui se trouve entre les lobules; là, elle entre dans les lymphatiques. Toutes les conditions qui tendent à augmenter l'activité des cellules hépatiques doivent, par conséquent, tendre à augmenter le flux de la lymphe.

Séance du 28 Juin 1906 (suite).

Sir N. Lockyer présente les résultats des observations de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 faites à Palma par la Mission envoyée par l'Observatoire de Physique solaire. — Sir W. Crookes a photographié le spectre ultra-violet de l'ytterbium. Son ytterbium provenait de M. G. Urbain et contenait encore des traces de thuline. L'étude du spectre a montré qu'elle renfermait aussi des traces de Cu et Ca. L'auteur donne le tableau de toutes les lignes de l'ytterbium observées. — M. J. W. Gifford a mesuré les indices de réfraction de l'eau et de l'eau de mer, ceux de la première pour 26 longueurs d'onde, ceux de la seconde pour 12 longueurs d'onde, à une température moyenne de 15°. L'erreur probable ne dépasse dans aucun cas 0,000,025 et est souvent moindre. L'indice de l'eau pour la ligne D, réduit à 20° C, au moyen d'un coefficient de température, est de 1,333,032; Buftel, dans son « Recueil de données numériques », a indiqué 1,333,03. — M. W. J. Russell a étudié l'action des plantes sur une plaque photographique dans l'obscurité. Il a reconnu que, non seulement le bois, mais encore les feuilles, les graines, les racines, les bulbes et, en fait, à peu d'exceptions près, toutes les substances végétales sont capables d'agir sur la plaque photographique lorsqu'elles sont placées au contact ou à proximité. Les corps les plus importants auxquels cette propriété fait défaut sont : l'amidon, la cellulose, la gomme, le sucre, la moelle et le pollen. Pour obtenir cette action, il faut que la substance employée soit assez sèche; le temps d'exposition peut varier de quelques minutes à dix-huit heures. L'auteur suppose que la substance active est le peroxyde d'hydrogène. Si l'on prend, en effet, un cotylédon de pois, il est presque sans action; mais, à mesure que la radicule et la plumule se développent et que, suivant Usher et Priestley, il se forme davantage de formaldéhyde et de peroxyde d'hydrogène (premiers produits de la croissance), la jeune plante devient de plus en plus active. — M. E. H. Embley présente ses recherches pharmacologiques sur le chlorure d'éthyle. Chez le chien, des quantités de chlorure d'éthyle supérieures à 9 % dans l'air respiré exercent un effet paralytique sur le muscle du cœur analogue à celui que produit le chloroforme à la concentration de 1/19. Le système vaso-moteur centralisé d'abord stimulé et le mécanisme périphérique des artérioles est paralysé. L'effet paralytique local est plus important que la stimulation centrale, de sorte que la somme de ces facteurs opposés est une relaxation. Le résultat est semblable à celui que produit le chloroforme, mais jamais si profond; il nécessite une plus forte concentration de la vapeur de

chlorure d'éthyle. L'effet sur le système vague est une stimulation; pour une haute concentration, le cœur est aussitôt arrêté par inhibition du vague. Mais, comme l'excitabilité spontanée du muscle cardiaque n'est pas sérieusement affaiblie, le cœur se remet de l'inhibition du vague, et dans aucun cas la mort n'est survenue pour cette cause. Pour produire le même effet inhibitoire avec le chloroforme, il faut que la concentration dans l'air respiré soit seulement le 1/4. C'est dans cette différence d'action des deux anesthésiques que git la sécurité relative du chlorure d'éthyle : le système vague n'est pas autant déprimé par l'administration prolongée du chlorure d'éthyle que par celle du chloroforme. Comme pour le chloroforme, la respiration dans la narcose par le chlorure d'éthyle dépend du maintien de la pression sanguine. La cause de la chute de cette dernière, avec le chlorure d'éthyle, réside surtout dans l'inhibition du vague, tandis que pour le chloroforme c'est la paralysie cardiaque qui complète l'inhibition. Une proportion de 5 à 7 % de vapeur de chlorure d'éthyle dans l'air paraît être la limite de sécurité vis-à-vis de la syncope pour les chiens en cas d'administration prolongée et continue. Ces conclusions paraissent s'appliquer à l'homme.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 23 Novembre 1906.

M. J. A. Fleming : *Sur la radiation électrique des antennes coudées.* L'auteur décrit une série d'expériences faites avec des antennes radiantes formées de fils courbés de diverses façons et qui ont la propriété de rayonner les onduations électriques plus fortement dans certaines directions. Le récepteur est constitué par un détecteur à oscillations thermo-électrique contenu dans un tube à vide ; il est inséré entre une plaque de terre et une antenne réceptrice verticale de 20 pieds de hauteur en fil de cuivre double. Les lectures des courants dans l'antenne réceptrice sont prises sous forme de courbes polaires correspondant aux diverses directions de l'extrémité libre du transmetteur. Ces courbes indiquent un minimum de radiation correspondant à une direction de l'extrémité libre du transmetteur faisant un angle de 70° à 75° avec la ligne joignant les points de mise à la terre du transmetteur et du récepteur. Les résultats concordent avec la théorie du phénomène déjà donnée par l'auteur (voir p. 578.). — M. C. Chree a étudié les rapports entre la fréquence des taches solaires et celle des aurores polaires. Les documents pour les taches solaires sont extraits des tables de Wolf et Woller; pour les aurores, ils sont empruntés aux publications de Schreter et de Lovering. L'auteur constate que la variation annuelle de la fréquence aurorale est plus prononcée dans les années où il y a peu de taches solaires que dans les années où il y en a beaucoup. Un phénomène analogue a déjà été décrit par l'auteur pour les tempêtes magnétiques à Greenwich. — M. R. S. Willows présente ses recherches sur la résistance électrique des alliages. D'après Lord Rayleigh, quand un courant traverse un alliage, il produit une série d'effets Peltier à la jonction des métaux dissemblables et, par conséquent, une série de forces contre-électromotrices; comme ces effets sont proportionnels au courant, ils ne peuvent être distingués d'une résistance dans les conditions ordinaires. L'auteur a cherché à mettre le fait en évidence en mesurant la résistance d'un alliage avec des courants directs et alternatifs; au moment du renversement de ce dernier, la f. e. é. m. augmentera la f. é. m. extérieure et plus de courant passera : la résistance sera apparemment réduite. Or, l'auteur n'a pu déceler de fausse résistance.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 15 Novembre 1906.

M. F. E. E. Lamplough a constaté que, lorsqu'une réaction chimique ayant lieu en solution aboutit à la

formation d'une substance gazeuse à la température ordinaire, le solvant se sursature de gaz jusqu'à en contenir cent fois la quantité normale; ces solutions dégagent graduellement du gaz, mais on peut chasser totalement l'excès en trente secondes par agitation rapide. Dans ce dernier cas, la vitesse du dégagement gazeux peut fournir une bonne méthode d'étude de la réaction. Ainsi, l'auteur a reconnu que la décomposition du chlorure de diazobenzène est monomoléculaire, celle du nitrite d'ammonium presque quadrimoléculaire. — MM. E. F. J. Atkinson et J. F. Thorpe, en condensant le cyanure de benzyle avec son dérivé sodé, ont obtenu le β -imino- α -cyano- α '-diphénylpropane, qui est converti par l'acide sulfurique en 1:3-diamino-2-phénylnaphtalène. Le cyanure de benzyle se combine aussi avec le cyanoacétate d'éthyle sodé pour former le β -imino- α -cyano- γ -phénylbutyrate d'éthyle, qui est transformé par l'acide sulfurique en 1:3-diaminonaphtalène-3-carboxylate d'éthyle; l'acide correspondant perd CO² au-dessus de son point de fusion pour donner le 1:3-diaminonaphtalène. — MM. F. B. Dehn et J. F. Thorpe ont étudié l'anhydride de l'acide phénylsuccinique et concluent qu'il n'en existe qu'une seule forme, fondant à 53°-54°. La prétendue autre forme fondant à 150° doit être constituée par l'acide impur. — MM. A. Harden et W. J. Young ont observé qu'une addition d'arséniate de soude produit une accélération de la fermentation du glucose par le suc de levure analogue à celle que cause le phosphate de soude; toutefois, cette accélération continue pendant longtemps sans changement et l'arséniate reste précipitable par le mélange magnésien, à l'inverse du phosphate. — M. S. Ruhemann, en traitant par KOH le xanthoxalane, a obtenu de l'acide oxalique et de l'acide dianiliconitique, F. 199°-200°. Le xanthoxalo-*m*-xylylide donne l'acide di-*m*-xylyliliconitique, F. 196°-197°. — M. A. Lapworth, en hydrolysant par les acides minéraux la cyanohydrine de la cyano-dihydrocarbone, a obtenu l'acide 2-méthyl-5-isopropényl- Δ^2 -tétrahydroisophthalique, et, par réduction, les acides 2-méthyl-5-isopropénylhexahydroisophthaliques isomères. — MM. R. W. L. Clarke et A. Lapworth, en faisant réagir KCaz sur la pulgène, ont obtenu un composé C¹¹H¹⁷OAz qui est transformé en acide menthoxycarboxylique; ce dernier fournit une lactone, qui sous l'action de AzH³ régénère le composé primitif. — MM. P. F. Frankland et D. F. Twiss ont préparé les *n*- et *iso*-propylamides, l'allylamide, les *n*- et *iso*-butylamides et la *n*-heptylamide de l'acide tartrique, et mesuré leur rotation optique. Elle augmente jusqu'à la *n*-heptylamide, tout en étant très inférieure à celle des amides aromatiques. — MM. P. F. Frankland et E. Done ont préparé la méthylamide, l'éthylamide, l'isopropylamide, l'allylamide, l'isobutylamide et la *n*-heptylamide de l'acide *l*-malique et mesuré leur rotation optique. En solution pyridique, les amides normales ont presque la même rotation moléculaire.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTIONS DE BIRMINGHAM ET DU MIDLAND

Séance du 1^{er} Novembre 1906.

M. J. H. Stansbie a étudié l'influence de petites quantités d'éléments dans le cuivre sur ses réactions avec l'acide nitrique. L'introduction de faibles quantités d'éléments étrangers dans le cuivre pur a une influence marquée sur le caractère des réactions entre le métal et l'acide; c'est le cas surtout pour l'arsenic et l'antimoine. La proportion d'impureté qui donne l'effet maximum est celle qui, en combinaison avec le cuivre, donne la solution solide la plus parfaite du composé dans l'excès de cuivre. Le bismuth, qui ne paraît pas former avec le cuivre un composé stable à la température ordinaire, semble exercer une influence proportionnelle à la quantité présente dans l'alliage. Lorsque

le volume atomique de l'impureté croît, son effet décroît. L'effet des impuretés consiste dans une modification des gaz nitreux dégagés par la réaction et dans la formation de nitrate d'ammonium.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 21 Août 1906.

M. E. A. Mann a étudié le *Xanthorrhoea pressii*, végétal très connu en Australie occidentale sous le nom de « grass tree », dans le but d'en trouver une utilisation pratique. Il a constaté que le noyau intérieur de la tige de la plante renferme plus de 50 % d'hydrates de carbone, lesquels peuvent être mis facilement en fermentation et constitueraient une nouvelle source d'alcool.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 29 Octobre 1906.

M. H. W. Bransom expose la question de l'amélioration des canaux et de la navigation intérieure en Grande-Bretagne.

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Novembre 1906.

MM. E. A. Mann et C. E. Stacy communiquent le résultat de leurs recherches sur le procédé Allen-Marguardt pour la détermination des alcools supérieurs. 1^o Pour obtenir une oxydation complète de l'alcool amylique et recouvrer l'acide valérique, la méthode au flacon de pression est préférable à l'emploi de condenseurs à reflux. 2^o Des pertes sérieuses d'acide valérique se produisent dans le séchage des sels de Ba pour la détermination du poids combiné de l'acide. 3^o A des températures supérieures à 15°, la solubilité de l'alcool éthylique dans CCl⁴ et la formation subséquente d'acide acétique pendant l'oxydation rendent impossible le calcul des alcools supérieurs d'après la titration seule; cette solubilité augmente avec la température. 4^o La titration pour les acides minéraux n'est pas nécessaire et introduit des erreurs. 5^o Des résultats exacts peuvent être obtenus en observant les points suivants : a) agitation à 15° C. ou moins; b) oxydation dans des flacons de pression; c) détermination des alcools supérieurs par titration directe seule, toute l'acidité étant calculée en acide valérique.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 8 Novembre 1906.

M. F. G. Trobridge a déterminé et mesuré les gaz occlus dans le charbon provenant de la mine de Birtley (Durham) et dans la poussière de charbon dégagée pendant le traitement de ce charbon. Ces gaz sont : O, CO², Az, quelquefois CO, et des paraffines C²H²ⁿ⁺² (gaz des marais surtout); le rapport de l'O à l'Az est plus grand que dans l'air, ce qui montre que le charbon absorbe de préférence l'oxygène.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 9 Novembre 1906.

M. Th. Ewan présente ses recherches sur la fabrication du bromure de cyanogène. Ce corps est employé dans le traitement de certains minerais d'or très réfractaires, sur lesquels le cyanure de potassium n'a pas d'action. On le prépare actuellement par l'action de l'acide sulfurique sur un mélange de bromure, de bromate et de cyanure de potassium : 2 NaBr + NaBrO³ + 3 NaCaz + 3 H²SO⁴ = 3 BrCaz + 3 Na²SO⁴ + 3 H²O. L'auteur a étudié le mécanisme de la réaction par des mesures physico-chimiques. Il résulte de ses recherches que la réaction fondamentale a bien lieu entre les acides bromhydrique, bromique et cyanhydrique, suivant l'équation : 2 HBr + HBr O³ + 3 HCaz = 3 Caz Br + 3 H²O; il n'y a pas de réaction secondaire importante. Si l'on remplace l'acide sulfurique

par HCl, la marche de la réaction est beaucoup plus rapide, par suite de la plus forte dissociation de HCl et de la plus forte concentration en ions H. — M. Ch. T. Fawcitt a étudié la relation entre la pression de solution et la condition de la surface des métaux. C'est un fait connu que l'état de la surface d'un métal influe sur sa vitesse de dissolution par un acide. L'auteur détermine cet effet de surface en mesurant le potentiel électrolytique du métal par rapport à une solution d'un de ses propres sels dans l'eau. Il constate ainsi que la pression de solution d'une surface métallique cristalline ou douce n'est pas aussi grande que pour une surface amorphe ou dure. D'autre part, un métal trempé à une pression de solution plus grande que le même métal recuit.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Octobre 1906.

MM. W. J. Müller et J. Koenigsberger rendent compte des mesures optiques et électriques qu'ils viennent de faire sur la couche-limite entre les métaux et les électrolytes, afin de résoudre le problème relatif à l'existence d'une membrane d'oxyde sur les métaux passifs. Pour déterminer et comparer les pouvoirs de réflexion, les auteurs se servent d'un microphotomètre d'une sensibilité et d'une précision remarquables. Ils mesurent les potentiels pour des charges différentes, et, s'il y a lieu, aussi les tensions de polarisation par rapport à une électrode normale bien définie. Voici les principaux résultats donnés par ces recherches : On constate par le procédé optique la présence de couches d'oxyde cohérentes d'une épaisseur moléculaire. Les couches non cohérentes influencent le pouvoir de réflexion d'un miroir métallique, même pour des quantités qui, à l'état de couches, correspondraient aux limites inférieures des diamètres moléculaires. Le PbO^2 forme une couche d'oxyde cohérente, tandis que les métaux (Ag, Zn, Cu) sont précipités à l'état de couches non cohérentes. En ajustant une plaque de platine pour le potentiel du cuivre dans une solution de sulfate de cuivre saturée de sel cuivreux, l'on ne détermine aucune modification optique; c'est dire qu'il ne s'agit point de la formation d'un alliage. Le palladium, au sein de l'acide sulfurique étendu, est attaqué en donnant lieu à la formation d'un oxyde brun; la polarisation anodique s'oppose à cette action. La formation d'un alliage avec l'hydrogène ne se vérifie pas par voie optique avec la certitude voulue. Les polarisations anodique et cathodique (développement de O et de H) déterminent sur les miroirs de nickel une détérioration égale du pouvoir réflecteur, détérioration qui disparaît rapidement sans action extérieure. Le chrome passif, en solution de KI, présente un pouvoir de réflexion supérieur à celui qui possède à l'état actif. Les miroirs de chrome exempts de polarisation électrique se recouvrent, au sein d'une solution de ce sel, d'une couche peu réfléchissante et qu'on ne fait disparaître que difficilement. Les miroirs d'aluminium, dans le cas d'une polarisation anodique, se recouvrent immédiatement d'une couche d'hydroxyde durable et peu réfléchissante. — MM. E. Gehrcke et O. Reichenheim présentent une note résumant leurs recherches sur les rayons dits anodiques. Tandis que la cathode des tubes de Geissler, donne naissance, aux rayons cathodiques, l'anode n'exerce en général qu'une influence minime sur les phénomènes dont s'accompagne le passage du courant à travers le tube. Cependant, il n'en existe pas moins un parallélisme entre l'anode et la cathode. Rappelons à ce propos l'effluve anodique et la discontinuité de potentiel désignée sous le nom de *chute anodique*. Aussi, dans des circonstances appropriées, l'anode pourrait-elle également devenir le siège d'un rayonnement, émettant des ions positivement chargés. Les auteurs ont réussi à déterminer les conditions expérimentales dans lesquelles cette supposition se confirme. L'hypothèse autrefois énoncée que les rayons-canal pro-

viendraient de l'anode s'est trouvée inexacte; mais les expériences exécutées par les auteurs font voir que des rayons pouvant être appelés *anodiques* émanent d'une anode de sel chauffé.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 Novembre 1906.

1^{re} SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. F. Mertens expose ses recherches sur la représentation par des fonctions theta des symboles de Legendre dans la théorie des restes biquadratiques, cubiques et bichubiques. — M. J. Holetschek signale quelques cas de comètes dont la longueur de queue a été extraordinairement grande; ce fait s'est produit lorsque la Terre s'est trouvée près du plan de la trajectoire de la comète. On l'explique très facilement: les particules de la queue se trouvent dispersées surtout dans le plan de la trajectoire; lorsque la Terre se trouve près de ce plan, un observateur placé à sa surface aperçoit les particules resserrées et projetées sur une zone étroite du ciel: la queue devient plus claire et même ses parties les moins claires, invisibles dans d'autres positions, sont alors perceptibles, ce qui fait qu'elle paraît agrandie.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. F. Henrich a constaté la présence d'hélium dans les gaz des eaux thermales de Wiesbaden; il a également mesuré la radio-activité de ces eaux. — M. F. Russ communique ses recherches sur la combustion de l'air dans les flammes d'arcs électriques. Il a réalisé un dispositif se rapprochant autant que possible des conditions théoriques et il a déterminé les conditions de l'équilibre de formation de l'oxyde d'azote. L'addition d'oxygène à l'air produit une élévation de la tension et de l'effet à employer. On peut obtenir avec des arcs fixes un rendement qui n'avait été atteint jusqu'à présent par la technique qu'avec le soufflage de la flamme de l'arc.

Séance du 16 Novembre 1906.

1^o SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. A. Léon : Sur l'équilibre élastique de corps de rotation tournant régulièrement dont les directions de tension principale sont les directions des coordonnées. — M. Th. Scheimpflug expose ses procédés de photogrammétrie en ballon.

2^o SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. Hann a étudié la variation diurne de la température dans la zone africaine et américaine des tropiques. Dans toutes ces régions (excepté sur les montagnes), le minimum de température est le même et a lieu vers 5 h. 1/2 du matin; le maximum est plus variable (de midi à 3 heures suivant les endroits). — M. H. Meyer a préparé quelques amides d'acides malonique et acétacétique substitués: la diéthylacétamide, F. 122°-123°, la méthylpropylacétacétamide, F. 125°, etc. — MM. M. Picha, R. Doht et S. Weisl ont préparé l'éther γ -chloracétacétique par action de l'analgame d'Al sur le monochloracétate d'éthyle. — M. R. Kremann a constaté que l'enlèvement d'un groupe alkyle des dialkylsulfates par l'eau est beaucoup plus rapide que celui du second; les ions H accélèrent pas cette réaction. — Le même auteur a observé qu'en traitant les dialkylsulfates par un alcool absolu un groupe alkyle est assez rapidement enlevé, avec formation d'alkylsulfate acide et de l'éther correspondant; l'enlèvement du deuxième alkyle est très lent. — Enfin, le même auteur montre encore que l'aniline et l'o-chloronitrobenzène forment des solutions ordinaires, sans combinaison. Ce dernier corps et ses isomères constituent une exception à la règle de Cannell et Thomson.

3^o SCIENCES NATURELLES. — M. R. von Wettstein communique quelques considérations sur la géographie des plantes méditerranéennes. L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVI DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1906)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie.

BIGOURDAN (G.). — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position	57
MOREUX (Abbé Th.). — Pourquoi la Lune nous paraît-elle plus grosse à l'horizon qu'au zénith?	1001
RENAN (Henri). — A propos de la détermination de la constante de l'aberration	1
SCHLZER (E.). — L'agrandissement et la proximité apparente de la Lune à l'horizon	726
Photographies monochromatiques de la nébuleuse d'Orion	57
Parallaxe annuelle de la Nova de Persée	109
La grande tache du Soleil	162
L'étoile 70 Ophiucus	162
Les risques de collisions entre corps célestes	209
Un nouveau dispositif cartographique	211
La structure de l'amas d'Hercule	257
A propos du spectrohéliographie	305
Le nombre des étoiles	349
Vitesse radiales	350
La base géodésique du Simpon	350
Les chocs en Mécanique céleste	397
L'étoile variable Algol	397
Différence de longitude Paris-Greenwich	398
Double parhélie	437
Lectures sur une lunette méridienne à deux cercles	485
Variabilité de 68 u Hercule	533
Les occultations d'étoiles par la Lune	533
Parallaxe d'étoile filante	533
Mouvement propre du Soleil	582
L'équinoxe de Printemps	625
La météorologie sur Mars	625
Le collimateur de l'Amiral Fleuriat	626
Coordonnées lunaires	678
Un Annuaire astronomique	725
L'aplatissement d'Uranus	765
Théorie de la réfraction astronomique	765
Classification des étoiles par leur température	806
Instabilité du mouvement des comètes	806
La recherche des petites planètes	841
Etude de la chromosphère avec un spectrographe à fente circulaire	841
La variation des latitudes	879
La vision des étoiles	917
Distribution des nébuleuses	958
La couleur des étoiles	1045
Orbites des étoiles doubles	1046

Botanique et Agronomie.

CLERGEY (P.). — La production et la consommation du café	728
— Le commerce des céréales en France	1004
Le Jardin botanique de la Ville de Paris	535
Le phylloxéra dans une vigne toulousaine	536

Chimie.

CORMIER (J.). — Les maladies microbiennes des vins de Champagne	920
---	-----

KAYSER (E.). — Les maladies microbiennes des vins de Champagne	843
LETURC (Emile). — La fabrication domestique du vinaigre de vin	843
— Nouveau procédé d'analyse chimique du lait	1004
MANCEAU (E.). — Les maladies microbiennes des vins de Champagne	843
SMITH (C.). — Une nouvelle pile électrique, le dyna-lectron	211
Sur la cystinurie	3
Nouvelles recherches de Photométrie photographique	60
Sur la fibrinoglobuline	61
Un nouveau procédé de fixation de l'azote atmosphérique	412
Recherches sur la luminescence chimique	164
Un nouvel oxyde du carbone	260
A propos de la fixation de l'azote atmosphérique	260
Le VI ^e Congrès international de Chimie appliquée à Rome	260
Un générateur d'acétylène par voie sèche	307
La production de l'hélium aux dépens du bromure du radium	352
L'explosion des mélanges de gaz d'éclairage et d'air	399
Les colorations des pierres précieuses sous l'action du radium	400
La nature des métaux-ammonium alcalins	440
L'application du sucre aux besoins de l'industrie	440
Un nouveau papier photographique aux sels d'argent développable par simple immersion dans l'eau	487
Une source de perte dans la fabrication du sucre	487
La présence d'alcool dans le pain	535
La combustion spontanée du charbon et les moyens de la prévenir dans les entrepôts	583
La constitution de l'adrénaline	628
Les idées actuelles sur la constitution des albumines et les travaux de P. Schutzenberger	679
La synthèse des acides glycocholique et taurocholique	727
L'hydrolyse des acides nucléiques dans l'intestin	766
La machine à inoculer les vins de Champagne de E. Bourgeois	807
Actions anti-catalytiques de l'eau	880
Les effets chimiques des rayonnements à ondes courtes sur les corps gazeux	919
Sur les relations entre le pouvoir d'absorption par rapport à l'énergie radiante et la condition chimique des corps	959
L'utilisation des levures usées	960

Distinctions et solennités scientifiques.

Distinction à un savant français	109
Les médailles de la Société Royale de Londres	957

Electricité industrielle.

GRADENWITZ (Alfred). — Un dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons	331
— Nouveau four électrique pour la détermination des points de fusion des matières réfractaires	627
Les emplois domestiques de l'électricité	112
L'usine électrique de 100.000 chevaux de Saint Denis	259

Concours d'applications du petit moteur électrique. . .	259
Phénomène remarquable observé dans les bureaux téléphoniques centraux. . .	307
La traction électrique sur le chemin de fer du Simplon. . .	398
Une combinaison des lumières Nernst et Auer. . .	399
La production de la lumière rouge dans les lampes à vapeur de mercure. . .	439
Les nouvelles lampes à incandescence. . .	535
Les progrès des lampes à arc. . .	727
Nouvelle méthode de télégraphie sans fil. . .	919
Locomotive monophasée des chemins de fer suédois. . .	1003

Enseignement, Universités et Sociétés.

CAUSTIER (E.). — L'enseignement pédagogique à l'Université de Paris. . .	62
CASALIER (J.). — La formation des chimistes-experts. . .	583
LEBESQUE (H.). — La question des professeurs adjoints. Personnel universitaire. . .	309
A l'Ecole Polytechnique. . .	7, 213, 441, 583, 880
Bourses commerciales de séjour à l'étranger. . .	63
L'Assemblée générale de l'Université de Paris. . .	213
Association des Anatomistes. . .	353
Conseil de l'Université de Paris. . .	441
La Caisse des recherches scientifiques. . .	489
Le diplôme d'études supérieures de sciences. . .	537
L'Université de Paris. . .	537
Muséum d'Histoire naturelle. . .	583
Académie de Metz. . .	585
L'enseignement de la Physique dans les lycées. . .	629
Bibliothèques universitaires. . .	922
A la Sorbonne; le premier cours de M ^{me} Curie. . .	961
Au Collège de France. . .	961
A la sortie de l'Ecole Polytechnique. . .	1006
L'Institut Océanographique. . .	1019

Génie civil.

Les nouveaux navires à turbines de la Compagnie Cunard. . .	2
Prix de revient des installations hydrauliques. . .	58
L'allumage des mines au moyen des ondes acoustiques. . .	163
L'usure et le remplacement des rails de tramways. . .	257
Locomotive à vapeur surchauffée des chemins de fer prussiens. . .	306
La distribution à domicile du froid artificiel. . .	485
La transmission des signaux sur mer en temps de brouillard. . .	534
Le nouveau paquebot de la Compagnie transatlantique <i>La Provence</i> et l'accroissement des dimensions des navires de commerce. . .	582
Un procédé simple pour le dessèchement de l'air des hauts-fourneaux. . .	626
La production des ateliers de chemins de fer américains. . .	678
Un nouvel appareil pour signaler l'arrivée des trains dans les gares. . .	1046

Géographie et Colonisation.

CAUSTIER (E.). — Conférence de M. A. Chevalier sur l'Ouest africain. . .	261
— Le Musée colonial de Haarlem. . .	961
CLERGET (P.). — Le canal de Panama. . .	114
— Le développement de l'Afrique occidentale française. . .	164
— Le canal de Suez. . .	212
— La colonisation de l'Ouest canadien. . .	308
— La question du caoutchouc. . .	352
— Le commerce marocain. . .	440
— Le prochain percement des Alpes bernoises. . .	628
— Le Soudan égyptien et son nouveau chemin de fer. . .	681
— Le réveil économique de la Chine et les chemins de fer. . .	808
REGELSPERGER (G.). — Le programme scientifique de la Mission de délimitation Niger-Tchad (Mission Tilho). . .	921
— Le Congrès international pour l'étude des régions polaires. . .	1005
— La Mission scientifique belge Congo-Nil. . .	1048
Exploration hydrographique des côtes du Maroc. . .	7
Le Service géographique de l'Afrique occidentale française. . .	62

Les puits artésiens dans le Sud algérien. . .	62
L'Exposition internationale de la Nouvelle-Zélande. . .	114
Le service de l'Agriculture dans les colonies. . .	353
La sardine au Maroc. . .	401
Une Station arctique scientifique au Groenland. . .	583
Les relations commerciales entre Tombouctou et Tunis. . .	628
Une Mission scientifique à San-Thomé. . .	629

Géologie et Paléontologie.

CLERGET (PIERRE). — Les glaciers de la Savoie. . .	401
— La question de l'eau. . .	767
LERICRE (Maurice). — Les Galeries nationales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. . .	3
L'inventaire géologique de l'Afrique occidentale française. . .	583
Analyse des cendres du Vésuve. . .	844

Mathématiques.

GUILLAUME (Ch.-Ed.). — A propos d'un livre récent. . .	877
RICHARD (J.). — A propos de la Logistique. . .	957
La logistique et l'induction complète. La notion de correspondance. . .	161
Le principe de la théorie des ensembles. . .	209

Météorologie et Physique du Globe.

DINER. — Les variations d'intensité de la pluie. . .	726
La région la plus pluvieuse de l'Europe. . .	58
Etude des phénomènes de marée dans la mer du Nord. . .	109
Variations d'intensité de la pluie. . .	211
Observations relatives à la durée des éclairs. . .	258
La prévision du temps. . .	350
Perturbations magnétiques et taches solaires. . .	398
Marche annuelle de la température. . .	438
L'insolation en Suisse. . .	438
La hauteur de l'atmosphère. . .	485
Influence du Soleil sur les volcans. Les crépuscules colorés. . .	806
Un appareil à enregistrer les orages. . .	917
Double halo. . .	958

Nécrologie.

ABELLOUS (J.-E.). — F. Laulané. . .	625
FERR (H.). — Gabriel Oltramare. . .	725
MESNIL (F.). — Fritz Schaudion. . .	677
NORDMANN (A.). — Raphaël Bischoffsheim. . .	581
Pierre Mégnin. . .	57
C. Phisalix. . .	305
Pierre Curie. . .	349
R. Koitsch. . .	533
P. Brouardel. . .	805
F. C. Beilstein. . .	1045

Physique.

BOURGOIN (P.). — La température de combustion de la cordite et la température de fusion du carbone. . .	258
GRADENWITZ (Alfred). — Une lampe de projection nouvelle. . .	2
— Les phénomènes de la vie apparente chez les cristaux mous. . .	626
— La « sphère magique ». . .	765
GRAMONT (A. de). — Un spectroscopie binoculaire à réseau. . .	487
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Dilatation et température de fusion. . .	111
MERCAUDIER (E.). — A propos des bases physiques de la musique. . .	307
Les rayons N. . .	58
La mécanique des arcs voltaïques. . .	59
La photographie à grande distance. . .	111
La perte de vitesse et d'énergie qu'éprouvent les projectiles à leur passage à travers l'eau. . .	163
Blanc ou incolore. . .	163
Un nouveau procédé photographique d'enregistrement des indications des instruments de physique. . .	351
Les équations d'état dans leurs rapports avec la Thermodynamique. . .	351
Sur la nature de la pression osmotique. . .	398

Le pouvoir inducteur spécifique des métaux	438
Une étude expérimentale des étincelles de condensateurs	534
L'électricité de contact des alliages	534
La radio-activité de la neige	582
Une méthode pour mesurer la résistance électrique	
des arbres vivants	679
Sur la possibilité de remplacer la boussole magnétique	
par une boussole de rotation	806
Détermination objective de la fréquence des flammes de	
König	842
La théorie de l'arc voltaïque sonore	843
Les gradients de température interne des matières com-	
munes	879
L'effet photo-électrique du sélénium	879
Expériences nouvelles sur la balance de torsion	918
Identité des rayons α issus des corps radio-actifs	958
Les effets élastiques résiduels dans le quartz cristallin	1003
Recherches expérimentales sur la constitution des	
aimants permanents	1045

Sciences médicales.

GRADENWITZ (A.). — Quelques nouvelles applications	
de l'ozone à la stérilisation des eaux potables et	
industrielles	488
VASCHIDE (N.). — Le centre cérébral du langage articulé	
et le centre de Broca	1047
Crises convulsives et lésions parathyroïdiennes	6
L'émigration des campagnes vers les villes et la	
tuberculose	113
Le lait des vaches tuberculeuses	164
La tuberculose et les influences professionnelles	164
Les différents insectes transmetteurs de la peste	212
Danger du lait bouilli de vaches tuberculeuses	261
Le sérum antityphéridique	261
La mort subite familiale des jeunes enfants	308
La méthode de Bier	308
Manière de rendre les mines de bouille réfractaires à	
l'ankylostomase	352

La glace à rafraîchir	352
La rage et les chiens errants	681
Etat sanitaire et habitation du soldat	728
Guérison de l'hémiparésie faciale par les injections pro-	
fondes d'alcool	768
La flore bactérienne de la chair de poisson	768
La contagiosité de la scarlatine et sa prophylaxie	807
Crises oculaires et syndrome pseudo-basedowien dans	
l'ataxie locomotrice	808
Les tics et le sommeil	844
La répartition de la tuberculose dans les maisons de	
Paris pendant l'année 1905	880
Alcoolisme des parents et anomalies de développe-	
ment des enfants	880
La guérison histologique de la méningite cérébro-	
spinale	921
Recherches nouvelles sur les propriétés désinfectantes	
de quelques substances	960
Rôle des urines typhiques dans la propagation de la	
fièvre typhoïde	960
Transmission des maladies infectieuses par les ani-	
maux d'appartement	1005

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

L'Année biologique	61
Le poisson conservé par le froid	61
Sur le diabète expérimental	61
Effets du radium sur l'organisme	113
La carte de la Tsé-tsé en Afrique	261
L'élevage de l'Austruche en Afrique occidentale	307
Un nouveau périodique : les <i>Annales de Biologie</i>	
<i>lacustre</i>	440
Les moules et les huîtres en Algérie	536
L'expression des émotions	628
Les voies de la sensibilité douloureuse et calorifique	
dans la moelle	680
Les pêcheries du banc d'Arguin	728
L'action de l'émanation du radium sur le corps hu-	
main	920

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Météorologie.

MILNE (J.). — Les récents progrès de la Séismo-	
logie	696
MOREUX, Abbé Th.). — Revue annuelle d'Astronomie	277
— La planète Mars d'après les travaux récents	962
NORDMANN (Charles). — Le champ électrique de l'atmo-	
sphère	442

Botanique et Agronomie.

CORDIER (J.-A.). — Les maladies d'origine micro-	
bienne des vins blancs	790
DYBOWSKI J.). — La production légumière moderne	433
MAZE (P.). — La respiration des plantes vertes : Théorie	
biochimique et théorie de la zymase	783
PERROT (Em.). — Les produits du sol de nos colonies	
à l'Exposition coloniale de Marseille	1007
VEILLEUX (Paul). — Le problème de l'origine des	
levures	214

Chimie.

BOUYEAULT (L.). — Revue annuelle de Chimie orga-	
nique	941
CORDIER (J.-A.). — Les maladies microbiennes des	
vins blancs	790
GUILLET (Léon). — L'état actuel de la Métallographie	
microscopique. 1 ^{re} partie : Technique de la métal-	
lographie	586
— 2 ^e partie : Utilisation industrielle de la métallogra-	
graphie	630
GUYE (Philippe-A.). — La fixation de l'azote et l'Electro-	
chimie	28
KLING (A.). — La viscosité dans ses rapports avec la	
constitution chimique	271
LAMBLING (E.). — Revue annuelle de Chimie physiolo-	
gique. 1 ^{re} partie : Matières protéiques, aliments,	
diastases, digestion	326

— 2 ^e partie : Tissus, échanges nutritifs, sang, urine	376
LACAY (L. de). — L'or dans le monde et son extrac-	
tion. 1 ^{re} partie : Economie et répartition de la	
production aurifère	504
— 2 ^e partie : Géologie et extraction industrielle	547
MALLIE (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale	191
MAILLARD (Dr L.-G.). — Les Peptides. Introduction à	
la synthèse des matières protéiques	147
MAQUENNE (L.). — L'amidon et sa saccharification dias-	
tasique	860
MARIE (C.). — L'Electrochimie appliquée à la Chimie	
organique	746
MAZE (P.). — La respiration des plantes vertes. Théorie	
biochimique et théorie de la zymase	783
NOELTING (E.). — La formation de dérivés indazotiques	
au moyen d'amines aromatiques orthométhylées	414
SEYEWITZ (A.). — Les récents progrès de la Photo-	
chimie	229
URBAIN (G.). — Comment se pose actuellement la ques-	
tion des terres rares	703
WERNER (A.). — Les phénomènes d'isomérisation en Chimie	
inorganique	538

Enseignement.

TURPAIN (A.). — Les réformes de l'enseignement	
supérieur	166
VALLAUX (Camille). — L'enseignement dans les Ecoles	
d'Hydrographie	1021

Géographie et Colonisation.

BOUVIER (E.-L.). — L'Archipel des Açores	845
CLERGEOT (P.). — La mise en valeur et l'utilisation	
économique du Rhin	1059
CUREAU Ad.). — Essai sur la Psychologie de l'Européen	
aux pays chauds. 1 ^{re} partie : Facteurs généraux	302
— 2 ^e partie : Facteurs individuels	410
LOTH (Gastou). — L'évolution de la Tunisie	159

PERROT (Em.). — Les produits du sol de nos colonies à l'Exposition coloniale de Marseille.	1007
THOULET (J.). — La circulation océanique.	321

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

DIENERT (F.). — Hydrologie souterraine et eaux potables.	603
LACROIX (A.). — L'éruption du Vésuve en avril 1906. 1 ^{re} partie : Les épanchements de lave et les phénomènes explosifs.	881
— Les fumeroles et les produits de l'éruption.	923
LACUNAY (L. de). — L'or dans le monde et son extraction. 1 ^{re} partie : Economie et répartition de la production aurifère.	501
— 2 ^e partie : Géologie et extraction industrielle.	547
RÉVIL (J.). — La synthèse géologique du système alpin.	644
WYBOURFF (G.). — Les théories modernes sur la structure des milieux cristallisés.	1050

Mathématiques.

HADAMARD (J.). — La Logistique et la notion de nombre entier.	906
MILHAUD (G.). — Descartes et la Géométrie analytique.	73

Mécanique et Génie civil.

BLUCHMANN (R.). — La protection des navires de guerre contre les mines et les torpilles.	80
CHONEAU (A.). — Quelques réflexions sur la marine.	310
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Le colonel Charles Renard. Sa vie, son œuvre.	47
GUILLET (Léon). — L'état actuel de la Métallographie microscopique. 1 ^{re} partie : Technique de la métallographie.	586
— 2 ^e partie : Utilisation industrielle de la métallographie.	636
LAMARCAUDIE (G. de). — Les ondes hertziennes et la direction des ballons.	979
SATVAGE (Ed.). — Les locomotives américaines.	402
SCHREIER (K.). — Les moteurs à explosion et l'injection de liquides volatils.	734
XXX. — Blindages et projectiles de rupture. 1 ^{re} partie : Blindages.	682
— 2 ^e partie : Projectiles.	729

Nécrologie.

GUILLAUME (Ch.-Ed.). — Le colonel Charles Renard. Sa vie, son œuvre.	47
--	----

Physiologie.

FREDERICO (Léon). — Revue annuelle de Physiologie.	650
GUTHRIE (Georges). — La notion d'espace et les conditions physiologiques nécessaires à sa formation dans l'esprit.	129
JOTEYKO (Mlle J.). — Une théorie toxique de la douleur.	240

Physique.

BOUCASSE (H.). — Les gammes musicales au point de vue des physiiciens.	477
COUSSET (E.). — Les récents progrès de la photographie des couleurs.	599
DÜHEM (P.). — L'hystérésis magnétique. 1 ^{re} partie : L'aimantation dans un champ qui varie très lentement.	8
— 2 ^e partie : L'aimantation dans un champ qui varie rapidement.	64

DÜHEM (P.). — Le P. Marin Mersenne et la pesantur de l'air. 1 ^{re} partie : Le P. Mersenne et le poids spécifique de l'air.	769
— 2 ^e partie : Le P. Mersenne et l'expérience du Puy-de-Dôme.	809
GUILLAUME (Ch.-Ed.). — La théorie des manchons à incandescence.	937
KLING (A.). — La viscosité dans ses rapports avec la constitution chimique.	271
MELANDER (G.). — L'électrisation par rayonnement et l'émission d'ondes rapides par les corps à la température ordinaire.	1028
NORDMANN (Charles). — Le champ électrique de l'atmosphère.	442

Sciences médicales.

DIENERT (F.). — Hydrologie souterraine et eaux potables.	603
JOTEYKO (Mlle J.). — Une théorie toxique de la douleur.	240
LANGLOIS (J.-P.). — Revue annuelle d'Hygiène. 1 ^{re} partie : Les maladies transmissibles. Hygiène urbaine.	829
— 2 ^e partie : Hygiène industrielle.	865
LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine.	982
LUMIÈRE (Auguste et Louis). — La Plasmothérapie.	134
METCHNIKOFF (E.). — L'hygiène des intestins.	899
METRICE (J.). — Les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de la stovaine.	514
ROSNIE (H.). — Le bilan de la tuberculose au Congrès de 1903.	501

Zoologie et Anatomie.

BOUVIER (E.). — Les Vertébrés de surface.	263
— La faune pélagique des Invertébrés. La mer des Sargasses et sa faune.	354
— La faune bathypélagique et la faune des grands fonds.	490
CAULLERY (M.). — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie : Philosophie zoologique. Cytologie générale.	34
— 2 ^e partie : Morphogénie générale. Zoologie spéciale.	83
HUET (P.). — Les époques de ponte des poissons en rivière et en eau dormante.	817
LAGUESSE (E.). — Revue annuelle d'Anatomie.	1062
LOISEL (Gustave). — Revue annuelle d'Embryologie.	456
MESNIL (F.). — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie. Philosophie zoologique. Cytologie générale.	34
— 2 ^e partie : Morphogénie générale. Zoologie spéciale.	83

Revue annuelle.

BOUVEAULT (L.). — Revue annuelle de Chimie organique.	941
CAULLERY (M.). — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie : Philosophie zoologique. Cytologie générale.	34
— 2 ^e partie : Morphogénie générale. Zoologie spéciale.	83
FREDERICO (Léon). — Revue annuelle de Physiologie.	650
LAGUESSE (A.). — Revue annuelle d'Anatomie.	1062
LANGLING (E.). — Revue annuelle de Chimie physiologique. 1 ^{re} partie : Matières protéiques, aliments, diastases, digestion.	326
— 2 ^e partie : Tissus, échanges nutritifs, sang, urine.	376
LANGLOIS (J.-P.). — Revue annuelle d'Hygiène. 1 ^{re} partie : Les maladies transmissibles. Hygiène urbaine.	820
— 2 ^e partie : Hygiène industrielle.	865
LÉTIENNE (A.). — Revue annuelle de Médecine.	982
LOISEL (Gustave). — Revue annuelle d'Embryologie.	456
MALHE (M.-A.). — Revue annuelle de Chimie minérale.	191
MESNIL (F.). — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie : Philosophie zoologique. Cytologie générale.	34
— 2 ^e partie : Morphologie générale. Zoologie spéciale.	83
MOREUX (Abbé Th.). — Revue annuelle d'Astronomie.	271

III. — BIBLIOGRAPHIE

I° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

GROLLET. — Remboursement des emprunts à long terme	149
COUTURAT (L.). — L'Algèbre de la Logique	198
CZUBER (E.). — Vorlesungen über Differential und Integralrechnung	474
DOLL. — Lehrbuch der praktischen Geometrie	149
GMEINER. — Einleitung in die Funktionentheorie. II ^e Abteilung	611
GUTHARD (C.). — Sur les systèmes triplement indéterminés et sur les systèmes triple-orthogonaux	948
GUTSCHE (D. O.). — Mathematische Übungsaufgaben	94
HEFFTER (L.). — Lehrbuch der analytischen Geometrie	385
HERMITE (Ch.). — Œuvres	910
HESSEN ED. — Recherches des intégrables algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe	291
KÖRBER (C.). — Lehrbuch der analytischen Geometrie	385
KÖNIGSBERGER (Léo.). — Carl Gustav Jacob Jacobi	46
KRAZER (A.). — Verhandlungen des dritten internationalen Mathematiker Kongresses	712
LACERRE. — Œuvres	569
LAISANT (C. A.). — Initiation mathématique	664
LERON (E.). — Table des caractéristiques relatives à la base 2.310 des facteurs premiers d'un nombre inférieur à 30.030	871
NESTLE. — Lehrbuch der praktischen Geometrie	149
NIENIEWSKI. — Les Mathématiques et la Médecine	796
PATOU (J.). — Petit traité mathématique et pratique des opérations commerciales et financières	1080
ROUSE BALL (W.-W.). — Histoire des Mathématiques	338
SCHLÖMICH (O.). — Übungsbuch zum Studium der höheren Analysis. Tome I. Aufgaben aus der Differentialrechnung	338
SCHROEDER (R.). — Die Anfangsgründe der Differential und Integralrechnung	424
SCHÜTTE (F.). — Anfangsgründe der darstellenden Geometrie für Gymnasien	424
SERNET (J.-A.). — Lehrbuch der Differential und Integralrechnung. Tome I	1080
STOLZ. — Einleitung in die Funktionentheorie. II ^e Abteilung	611
VAHLEN (K. Th.). — Abstrakte Geometrie	519
WEBER (H.). — Enzyklopädie der Elementar-Mathematik. Tome II. Elementare Geometrie	754
WELLSTEIN (J.). — Enzyklopädie der Elementar-Mathematik. Tome II. Elementare Geometrie	754

Astronomie et Météorologie.

BLANCO (P. Antonio). — Hidrometeorologia castellana, según los datos recogidos en el Colegio de PP. Agustinos de Valladolid desde 1892 al 1905	519
HILDEBRANDSON (Hil. ebrand). — Les bases de la Météorologie dynamique; historique, état de nos connaissances	611
LERON (Ernest). — Pour l'histoire des hypothèses sur la nature des taches du Soleil	754
POINCARÉ (H.). — Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne	1032
ROLLET DE L'ISLE. — Observation, étude et prédiction des marées	832
TEISSERENC DE BORT (Léon). — Les bases de la Météorologie dynamique; historique, état de nos connaissances	611

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

BRESSON (Henri). — La houille verte (mise en valeur des moyennes et basses chutes d'eau en France)	994
DUMET (P.). — Les sources des théories physiques; les origines de la Station	244
DWELSHAUVER-DEBY (W.). — Note sur la théorie expérimentale de la machine à vapeur	385
— Quelques antiquités mécaniques de la Belgique	910

GOODRICH (W.-F.). — Refuse disposal and power production	474
JAMES (E.). — Théorie et pratique de l'horlogerie, à l'usage des horlogers et des élèves d'horlogerie	994
LANESSAN J.-L. de). — Les enseignements maritimes de la guerre russo-japonaise	291
MARCHIS (L.). — Thermodynamique, introduction à l'étude des machines thermiques	712
MICHOITE (F.). — Guide pratique pour la conduite et l'entretien des automobiles à pétrole et électriques	94
— Etude théorique et pratique de l'incendie. Ses causes, sa prévention, son extinction	424
MORTIMER-MÉGRET (Comte). — Les perfectionnements automobiles en 1906	832
MUSIL (Alfred). — Bau der Dampfmaschinen	519
PÉRISSE (R.). — Le chauffage des habitations par calorifères	712
RODIER (H.). — Automobiles, vapeur, pétrole, électricité	611
VIDAL (Léon). — Manuel pratique de Cinématique navale et maritime	94
WICKERSHEIMER (E.). — Les principes de la Mécanique	46

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

ABRAHAM (Henri). — Les quantités élémentaires d'Electricité, ions, électrons, corpuscules	424
ARMAGNET (H.). — La bobine d'induction	159
BALY (E.-C.-C.). — Spectroscopy	46
BENISCHKE (G.). — Die asynchronen Drehstrommotoren	385
CHVOLSON (O.-D.). — Traité de Physique. Tome I. Introduction. Mécanique. Méthodes et instruments de mesure. Tome II. Emission et absorption de l'énergie rayonnante. Vitesse de propagation. Réflexion et réfraction	245
COLARDEAU (E.). — Approximations dans les mesures physiques et dans les calculs numériques qui s'y rattachent	1033
EIFFEL (G.). — Etudes pratiques de Météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey pour l'année 1903	149
GAY (Jules). — Lectures scientifiques. Physique et Chimie	994
GERARD (Eric). — Leçons sur l'Electricité	338
GUILLAUME (Jacques). — Notions d'Electricité. Son utilisation dans l'industrie	474
HAGENBACH (A.). — Atlas des spectres d'émission des éléments	292
KOHLRAUSCH (F.). — Lehrbuch der praktischen Physik	424
KOXEN (H.). — Atlas des spectres d'émission des éléments	292
LANGVIN (Paul). — Les quantités élémentaires d'electricité, ions, électrons, corpuscules	424
LEHMANN (O.). — Fricks Physikalische Technik	663
LOCKYER (Sir Norman). — L'évolution inorganique étudiée par l'analyse spectrale	910
MARCHIS (L.). — Leçons sur le froid industriel	46
— Production et utilisation du froid	1081
MAZZOTTA (Domenico). — La télégraphie sans fil	94
NOUGUET (A.). — Précis de la théorie du Magnétisme et de l'Electricité à l'usage des ingénieurs et des candidats aux écoles et instituts électrotechniques	385
ORLICH (Ernest). — Aufnahme und Analyse von Wechselstromkurven	832
POCKELS (F.). — Lehrbuch der Kristalloptik	713
RODET (J.). — Résistance, Induction et Capacité	95
THOMSON (J.-J.). — Conduction of Electricity through gases	198
— Le passage de l'électricité à travers les gaz	948
TISNOT (Camille). — Etude de la résonance des systèmes d'antennes	570
WEINHOFF (A.). — Physikalische Demonstrationen	754
WETHAM (W.-C.-D.). — The recent development of physical science	520
— The theory of experimental Electricity	871
ZEIDLER (J.). — Die elektrischen Bogenlampen	383

Chimie.

ASTRUC (H.). — Le Vinaigre.	949
BARRAL (E.). — Précis d'analyse chimique quantitative.	47
BELTZER (Francis G.). — La grande industrie chimique.	666
BERTHER (A.). — Les piles à gaz et les accumulateurs légers.	797
BERTHIAUX (L.). — Analyse des métaux par électrolyse. Métaux industriels, alliages, minerais, produits d'usines.	948
CALMETTE (A.). — Recherches en collaboration sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.	833
CHABRIE (C.). — Traité de Chimie appliquée.	246
DANNEEL (H.). — Jahrbuch der Electrochemie für 1902 und 1903.	150
DITTE (Alfred). — Etude générale des sels. 1 ^{re} partie: Sels binaires.	475
ETARD (A.). — La Biochimie et les chlorophylles.	1081
FOREST (M.). — L'art de l'essayeur.	611
FRITSCH (J.). — Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires.	340
— Fabrication et raffinage des huiles végétales.	425
GAY (Jules). — Lectures scientifiques. Physique et Chimie.	994
GRANDERYE (L.-M.). — L'industrie de l'or.	386
GRUNWALD (F.). — Manuel de la fabrication des accumulateurs.	994
HOLLARD (A.). — Analyse des métaux par électrolyse. Métaux industriels, alliages, minerais, produits d'usines.	948
HOSIELET (Georges). — Traité pratique d'Electrochimie.	1033
JOLY. — Nouveau précis de Chimie. Chimie générale. Analyse.	292
KLAR (M.). — Traité pratique des emplois chimiques du bois.	754
LESPIEAU. — Nouveau précis de Chimie. Chimie générale. Analyse.	292
LEVAT (David). — L'industrie aurifère.	475
LORENZ (Richard). — Traité pratique d'Electrochimie.	1033
MEYER (R.). — Jahrbuch der Chemie.	665
MOIS SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIEL. — La Fonderie moderne.	426
NICOLARDOT (P.). — Le Vanadium.	95
PARNCKE (A.). — L'appareillage mécanique des industries chimiques.	797
PELLERIN (G.). — Guide pratique de l'expert-chimiste en denrées alimentaires.	755
PORCHER (Ch.). — De la lactosurie.	995
RAULIN (Jules). — Etudes chimiques sur la végétation. RAUTER (Gustave). — Die Betriebsmittel der chemischen Technik.	571
RICHE (A.). — L'art de l'essayeur.	611
ROBINE (R.). — Manuel pratique de l'éclairage au gaz acétylène.	425
ROQUEUX (X.). — Les industries de la conservation des aliments.	714
ROOZEBOOM (H.-W. Bakhuis). — Die heterogenen Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasentheorie.	386
SICARD (L.). — Etude comparative des méthodes d'analyse des engrais dans les divers pays.	912
THIERRY (M. de). — Introduction à l'étude de la Chimie.	570
TRUCHOT (P.). — Les petits métaux: Titane, Tungstène, Molybdène.	521
WALTER (J.). — Die Erfahrungen eines Betriebsleiters. 2 ^e édition: Aus der Praxis der Anilinfarbenfabrikation.	872
ZSIGMONDY (Richard). — Zur Erkenntniss der Kolloide.	713

3° SCIENCES NATURELLES

Géographie, Géologie, Paléontologie.

BARTHOLOMEW (J.-G.). — Atlas of the World's Commerce.	715
Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima.	97
DANTLOFF (E. de). — Le district de Yalta.	246
DENÉRIAN (Henri). — L'Expansion des Boers au XIX ^e siècle.	571
DOLLOT (Aug.). — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise): Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne.	834

DOUMER (Paul). — L'Indo-Chine française. Souvenirs. Du Bocro de Bozas. — Mission scientifique du Bocro de Bozas. De la mer Rouge à l'Atlantique à travers l'Afrique tropicale.	714
FERRY (Command ^r Edmond). — La France en Afrique.	293
FOURCAU (F.). — Documents scientifiques de la Mission saharienne. (Mission Fourcau-Lamy): D'Alger au Congo par le Tchad.	755
FRASER (Malcolm A. C.). — Western Australian Year-book for 1900-1903.	386
GAFFAREL (Paul). — Histoire de l'expansion coloniale de la France, depuis 1870 jusqu'en 1905.	835
GOBILLE (P.). — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise): Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne.	834
GONNARD (Ferdinand). — Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire.	995
KILIAN (W.). — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises.	1082
LAPPARENT (A. de). — Traité de Géologie.	199
LAUNAY (L. de). — La Science géologique. Ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire.	96
LEMOINE (Paul). — Mission dans le Maroc occidental.	521
MACHAT (J.). — Les Rivières du sud et le Fouta Dialon. Géographie physique et civilisations indigènes.	475
— Documents sur les établissements français de l'Afrique occidentale au XVIII ^e siècle.	799
MIRAMON (A. G. Y.). — Détermination de los Minerales.	872
RAMOND (G.). — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise): Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne.	834
RASPILLARE (E.). — Etude systématique des charbons minéraux d'origine végétale.	340
RÉVIL (J.). — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises.	1082
SAMPAIO (Alfredo da Silva). — Memoria sobre a ilha Terceira.	1034
SARGENTON-GALICHON (M ^{me} A.). — A travers le lauran et chez les Druses. Excursion à Palmyre par Iloms.	612
WOLFFMANN (Gustave). — Le Maroc, ce qu'il en faut connaître.	949

Botanique et Agronomie.

BORIN (E.). — Les bactéries de l'air, de l'eau et du sol.	247
DEPOND (Dr R.). — Recherches sur la mobilité et les organes moteurs des bactéries.	476
FRIGON (H.). — Les matières premières usuelles d'origine végétale indigènes et exotiques.	872
GRANDEAU (L.). — L'agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du XX ^e siècle.	96
HITIER. — Plantes industrielles.	426
KAYSER (E.). — Microbiologie agricole.	151
MELINE (Jules). — Le retour à la terre et la surproduction industrielle.	295
PERROT (Em.). — Les matières premières usuelles d'origine végétale indigènes et exotiques.	872
PREFFER (W.). — Physiologie végétale. Etude des échanges de substance et d'énergie dans la plante.	340
ROUX (Cl.). — Le domaine et la vie du sapin (<i>Abies pectinata</i> D. C.), principalement dans la région lyonnaise.	667
STONE (Herbert). — The timbers of commerce and their identification.	294

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux.

BIÉTRIX (Eugène). — Développement de la sole. Introduction à l'étude de la pisciculture marine.	387
BINET (Alfred). — L'Année psychologique.	756
BORN (G.). — Attractions et oscillations des animaux marins sous l'influence de la lumière.	834
BRANCA (A.). — Précis d'Histologie.	914
COTTE (J.). — L'industrie des pêches aux colonies.	996
DARBONX (G.). — L'industrie des pêches aux colonies. DREWENNA, Mlle Anna. — Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des tchthypopsides.	340
DUVAL (M.). — Traité élémentaire de Physiologie.	912
EVANS (G.-H.). — Traité sur les éléphants. Leurs soins habituels et leur traitement dans les maladies.	715

FABRE-DOMERGUE. — Développement de la sole. Introduction à l'étude de la pisciculture marine.	387
FOREL (A.). — La question sexuelle exposée aux adultes cultivés.	571
GAYER (F.). — L'industrie des pêches aux colonies.	996
GLEY (E.). — Traité élémentaire de Physiologie.	912
JAVAL (E.). — Physiologie de la lecture et de l'écriture.	612
KIEFFER (Abbé J.-J.). — Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie.	151
LABBE (H. et M.). — Enquête sur l'alimentation d'une centaine d'ouvriers et employés parisiens.	1083
LANDOUZY (L.). — Enquête sur l'alimentation d'une centaine d'ouvriers et employés parisiens.	1083
LOEB (Jacques). — Vorlesungen über die Dynamik der Lebenserscheinungen.	1034
MOSSO (A.). — Travaux du Laboratoire scientifique international du Mont-Rose.	48
SOCIÉTÉ PRÉHISTORIQUE DE FRANCE. — Manuel des recherches préhistoriques.	523
STEPHAN (P.). — L'industrie des pêches aux colonies.	996

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

CALOT (F.). — Technique du traitement de la luxation congénitale de la hanche.	247
COCHLORE (R.). — L'œil artificiel.	341
DUCRET (H.). — Les tumeurs de l'encéphale.	1035
PROUST (R.). — Traitement de l'hypertrophie prostatique par la prostatectomie.	1035

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

ACHARD. — Manuel des maladies des reins et des capsules surrénales.	341
BERGOUIGNAN (P.). — Les cardiopathies artérielles et la cure d'Evian.	97
BODIN (E.). — Les conditions de l'infection microbienne et l'immunité.	668
BOUCHACROT (Dr L.). — Hygiène de la grossesse et puériculture intra-utérine.	152
CASTAIGNE. — Manuel des maladies des reins et des capsules surrénales.	341
DEBOVE. — Manuel des maladies des reins et des capsules surrénales.	341
DOPTEY (Ch.). — Hygiène alimentaire.	295
FLEURY (Maurice de). — Nos enfants au collège.	834
GALIPEY (V.). — L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines.	49
GRIMBERT (L.). — Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique.	873
GUIART (Jules). — Précis de diagnostic chimique, microscopique et parasitologique.	873
KENNARD (C. P.). — The British Guiana medical Annual for 1905.	996
LACASAGNE (A.). — Précis de Médecine légale.	996
LACOMBE (L.). — L'épuration des eaux par les filtres à sable dits américains.	294
LE DANTEC (Félix). — Introduction à la Pathologie générale.	427
LÉRY (André). — La spondylose rhizomélitique.	716
LEROY (Eugène-Bernard). — Le langage. Essai sur la psychologie normale et pathologique de cette fonction.	202
MANSON (Sir Patrick). — Lectures on tropical diseases.	613
MARIE (Pierre). — La spondylose rhizomélitique.	716
MACREL (E.). — Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique. Tome I. Nos aliments.	913
MEIGE (H.). — Tics.	98
MORACHE (G.). — La responsabilité, étude de socio-biologie et de médecine légale.	757
NIWENGLAWSKI. — Les Mathématiques et la Médecine.	796
PARAF (G.). — Hygiène et sécurité du travail industriel.	950

PORTIER (P.). — Hygiène de la ferme.	798
POUCHET (G.). — L'iode et les iodiques.	523
REGNARD (P.). — Hygiène de la ferme.	798
ROQUES DE FURSAC (J.). — Les écrits et les dessins dans les maladies nerveuses et mentales (Essai clinique).	388
ROUGET (J.). — Hygiène alimentaire.	295
SÉRIEX (Paul). — L'assistance des aliénés en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse.	476
TERRIEN (Eugène). — Précis d'alimentation des jeunes enfants (état normal, état pathologique).	247
THIROUX (A.). — Diagnostic et séméiologie des maladies tropicales.	295
VIRÉS. — L'hérédité de la tuberculose.	950
WURTZ (R.). — Diagnostic et séméiologie des maladies tropicales.	295
YVOX (P.). — Du compte-gouttes normal et de ses applications dans la pratique pharmaceutique.	572

5° SCIENCES DIVERSES

BINET (Alfred). — L'âme et le corps.	997
EXPOSITION COLONIALE DE MARSEILLE 1906. — Voyageurs et explorateurs provençaux.	873
— Les Colonies françaises au début du xx ^e siècle. Cinq ans de progrès.	1035
DEINARDT (K.). — Dictionnaire technologique illustré en six langues : français, italien, espagnol, allemand, anglais, russe. Tome I : Les éléments des machines.	997
HALDEN (Ch. Ab der). — Etudes de littérature canadienne française.	98
MASSON (P.). — Marseille et la colonisation française.	913
MEYER (M. Wilhelm). — Die Naturkräfte. Ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen.	132
MILHAUD (G.). — Etudes sur la pensée scientifique chez les Grecs et chez les Modernes.	951
NANSOUTY (Max de). — Actualités scientifiques.	570
POINCARÉ (H.). — La valeur de la Science.	613
SALON (Emile). — La colonisation de la Nouvelle-France.	797
SCHLOMANN (A.). — Dictionnaire technologique illustré en six langues : français, italien, espagnol, allemand, anglais, russe. Tome I ^{er} . Les éléments des machines.	997
SIEGFRIED (André). — Le Canada, problèmes politiques contemporains.	797

Thèses pour le Doctorat présentées aux Universités françaises (1905-1906), et analysées dans la Revue en 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

HUSSON (Ed.). — Recherches des intégrales algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe.	291
--	-----

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique et Chimie.

TISSOT (C.). — Etude de la résonance des systèmes d'antennes.	510
---	-----

3° SCIENCES NATURELLES

DANICOFF (E.). — Le district de Yalta (Crimée).	246
DZIEWINA (M ^{lle} Anna). — Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des Ichthyopsides.	340
DUPOND (Dr R.). — Recherches sur la mobilité et les organes moteurs des bactéries.	476

IV — ACADEMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des			Séances des	1 ^{er}	mai	1906		479
11	décembre	1905	50	8	—	—	—	479
18	—	—	51	15	—	—	—	525
26	—	—	99	22	—	—	—	525
2	janvier	1906	100	29	—	—	—	525
8	—	—	133	5	juin	—	—	574
15	—	—	153	12	—	—	—	617
22	—	—	154	19	—	—	—	618
29	—	—	203	26	—	—	—	671
5	février	—	203	3	juillet	—	—	671
12	—	—	248	10	—	—	—	717
19	—	—	248	17	—	—	—	759
26	—	—	296	24	—	—	—	759
5	mars	—	296	31	—	—	—	759
12	—	—	342	2	octobre	—	—	915
19	—	—	342	9	—	—	—	915
26	—	—	389	16	—	—	—	953
2	avril	—	390	23	—	—	—	953
9	—	—	428	30	—	—	—	999
17	—	—	429	6	novembre	—	—	999
23	—	—	429	13	—	—	—	999
30	—	—	478	20	—	—	—	1037
7	mai	—	478	27	—	—	—	1037
14	—	—	524	4	décembre	—	—	1086
21	—	—	525	11	—	—	—	1086
28	—	—	573					
5	juin	—	574					
11	—	—	616					
18	—	—	669					
25	—	—	670					
2	juillet	—	717					
9	—	—	758					
16	—	—	758					
23	—	—	800					
30	—	—	800					
6	août	—	836					
13	—	—	836					
20	—	—	836					
27	—	—	836					
3	septembre	—	874					
10	—	—	874					
17	—	—	874					
24	—	—	914					
1 ^{er}	octobre	—	914					
8	—	—	952					
15	—	—	952					
22	—	—	953					
29	—	—	998					
5	novembre	—	998					
12	—	—	1036					
19	—	—	1036					
26	—	—	1083					
3	décembre	—	1086					
10	—	—	1086					

Société de Biologie.

Séances des	9	décembre	1905		51
—	16	—	—	—	51
—	23	—	—	—	101
—	6	janvier	1906	—	101
—	13	—	—	—	155
—	20	—	—	—	156
—	27	—	—	—	204
—	3	février	—	—	249
—	10	—	—	—	250
—	17	—	—	—	297
—	24	—	—	—	297
—	3	mars	—	—	344
—	10	—	—	—	344
—	17	—	—	—	345
—	24	—	—	—	390
—	31	—	—	—	391
—	7	avril	—	—	525
—	28	—	—	—	526
—	5	mai	—	—	527
—	12	—	—	—	527
—	19	—	—	—	527
—	26	—	—	—	575
—	2	juin	—	—	575
—	9	—	—	—	618
—	16	—	—	—	618
—	23	—	—	—	672
—	30	—	—	—	718
—	7	juillet	—	—	718
—	21	—	—	—	759
—	28	—	—	—	837
—	13 ^o	octobre	—	—	953
—	20	—	—	—	954
—	27	—	—	—	954
—	3	novembre	—	—	999
—	10	—	—	—	1037
—	17	—	—	—	1038
—	24	—	—	—	1038
—	1 ^{er}	décembre	—	—	1086
—	8	—	—	—	1087

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des	12	décembre	1905		51
—	19	—	—	—	51
—	26	—	—	—	51
—	2	janvier	1906	—	101
—	9	—	—	—	101
—	16	—	—	—	155
—	23	—	—	—	155
—	30	—	—	—	204
—	6	février	—	—	249
—	13	—	—	—	249
—	20	—	—	—	249
—	27	—	—	—	297
—	6	mars	—	—	297
—	13	—	—	—	343
—	20	—	—	—	344
—	27	—	—	—	390
—	3	avril	—	—	390
—	10	—	—	—	429
—	17	—	—	—	429
—	24	—	—	—	429
—	5	décembre	1905	—	52
—	9	janvier	1906	—	102
—	6	février	—	—	250
—	6	mars	—	—	392
—	3	avril	—	—	528
—	1 ^{er}	mai	—	—	528
—	12	juin	—	—	672
—	3	juillet	—	—	760
—	6	novembre	—	—	1039

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des	12	décembre	1905	102
—	15	janvier	1906	156
—	13	février	—	345
—	12	mars	—	528
—	8	mai	—	528
—	19	juin	—	719
—	11	juillet	—	838
—	22	novembre	—	1088

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des	19	décembre	1905	102
—	29	février	1906	298
—	20	mars	—	392
—	21	avril	—	529
—	15	mai	—	529
—	19	juin	—	719
—	20	novembre	—	1039

Société française de Physique.

Séances des	15	décembre	1905	52
—	19	janvier	1906	157
—	2	février	—	205
—	16	—	—	251
—	2	mars	—	299
—	16	—	—	392
—	6	avril	—	619
—	4	mai	—	672
—	18	—	—	673
—	1 ^{er}	juin	—	674
—	15	—	—	719
—	6	juillet	—	720
—	16	novembre	—	1088
—	7	décembre	—	1088

Société chimique de Paris.

Séances des	8	décembre	1905	53
—	24	—	—	102
—	12	janvier	1906	206
—	26	—	—	206
—	9	février	—	251
—	23	—	—	299
—	9	mars	—	393
—	23	—	—	429
—	27	avril	—	529
—	11	mai	—	529
—	25	—	—	575
—	8	juin	—	620
—	22	—	—	675
—	9	novembre	—	1089

SECTION DE NANCY

Séance du	9	février	1906	252
-----------	---	---------	------	-----

Société Royale de Londres.

Séances des	16	novembre	1905	54, 102, 206
—	23	—	—	103, 157
—	30	—	—	206
—	7	décembre	—	206, 300, 345, 393
—	14	—	—	253, 300, 346
—	18	janvier	1906	394, 479, 620
—	25	—	—	430
—	1 ^{er}	février	—	132, 479, 529
—	8	—	—	480
—	15	—	—	480
—	22	—	—	530
—	1 ^{er}	mars	—	576
—	8	—	—	576
—	15	—	—	577
—	22	—	—	577
—	29	—	—	620
—	5	avril	—	675, 721
—	3	mai	—	675, 760
—	10	—	—	721, 761, 955
—	17	—	—	722, 838
—	24	—	—	838
—	31	—	—	839, 915, 955
—	7	juin	—	839, 1039
—	14	—	—	874, 915, 1039

Séances des	21	juin	1906	875, 915, 1039
—	28	—	—	876, 915
Communications reçues pendant les vacances.	—	—	—	955

Société de Physique de Londres.

Séances des	26	janvier	1906	207
—	9	février	—	300
—	23	—	—	346
—	9	mars	—	394
—	23	—	—	432
—	27	avril	—	481
—	11	mai	—	530
—	25	—	—	578
—	8	juin	—	621
—	22	—	—	722
—	26	octobre	—	1040
—	9	novembre	—	1050
—	23	—	—	1090

Société de Chimie de Londres.

Séances des	16	novembre	1905	54
—	7	décembre	—	104
—	21	—	—	158
—	18	janvier	1906	254
—	1 ^{er}	février	—	301
—	15	—	—	346
—	1 ^{er}	mars	—	394
—	15	—	—	433
—	30	—	—	433
—	5	avril	—	484
—	3	mai	—	530
—	17	—	—	578
—	7	juin	—	621
—	21	—	—	722
—	5	juillet	—	761
Communications reçues pendant les vacances.	—	—	—	955
—	18	octobre	—	1000
—	1 ^{er}	novembre	—	1040
—	15	—	—	1090

Société anglaise des Industries chimiques.

SECTION DE BIRMINGHAM

Séances des	26	octobre	1905	54
—	14	décembre	—	159
—	15	février	1906	295, 622
—	15	mars	—	433
—	25	—	—	579
—	26	avril	—	723, 840
—	16	mai	—	723
—	1 ^{er}	novembre	—	1091

SECTION CANADIENNE

Séances des	19	octobre	1905	301
—	6	avril	1906	531
—	10	mai	—	622

SECTION D'ÉCOSSE

Séances des	6	mars	1906	762
—	27	—	—	483, 579
—	9	novembre	—	1091

SECTION DE LIVERPOOL

Séances des	10	janvier	1906	347
—	14	février	—	840
—	11	mars	—	433
—	10	octobre	—	950, 1041

SECTION DE LONDRES

Séances des	4	décembre	1905	105
—	8	janvier	1906	255
—	5	février	—	347
—	5	mars	—	395
—	2	avril	—	434, 482
—	7	mai	—	676
—	21	—	—	723
—	11	juin	—	723, 840, 1041
—	3	novembre	—	1091

SECTION DE MANCHESTER

Séances des	3 novembre 1905	55
—	4 ^{er} décembre —	105
—	5 janvier 1906	255, 347
—	6 avril —	579

SECTION DE NEWCASTLE

Séances des	9 novembre 1905	105
—	15 février 1906	622
—	8 novembre —	1091

SECTION DE NEW-YORK

Séances des	24 novembre 1905	106, 207, 304
—	19 janvier 1906	395
—	23 février —	482
—	20 avril —	723
—	25 mai —	762

SECTION DE NOTTINGHAM

Séances des	29 novembre 1905	106, 255
—	24 janvier 1906	395
—	28 février —	483
—	28 mars —	434
—	26 avril —	840
—	28 mai —	762

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séances des	1 ^{er} décembre 1905	106
—	2 février 1906	395
—	2 mars —	434
—	6 avril —	482

SECTION DE SYDNEY

Séances des	13 septembre 1905	55
—	9 mai 1906	762, 876
—	19 juin —	876
—	21 août —	1091

SECTION DU YORKSHIRE

Séances des	6 novembre 1905	106
—	26 février 1906	395
—	19 mars —	483
—	18 juin —	723, 876
—	29 octobre —	1091

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des	16 novembre 1905	207
—	30 —	255
—	7 décembre —	255
—	21 —	256
—	11 janvier 1906	302
—	18 —	302
—	1 ^{er} février —	347
—	8 —	347
—	15 —	395
—	8 mars —	434
—	15 —	434
—	22 —	622
—	5 avril —	622
—	26 —	622
—	10 mai —	762
—	17 —	763
—	31 —	800
—	14 juin —	840
—	21 —	840
—	5 juillet —	840
—	12 —	876
—	26 —	876

Société allemande de Physique.

Séances des	20 octobre 1905	106
—	17 novembre —	256
—	1 ^{er} décembre —	256
—	15 —	256
—	12 janvier 1906	302
—	26 —	347
—	9 février —	579
—	23 —	580
—	9 mars —	622
—	23 —	623
—	4 mai —	623
—	15 juin —	763
—	29 —	763
—	19 octobre —	1092

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des	9 novembre 1905	106
—	16 —	107
—	23 —	107
—	7 décembre —	107
—	13 —	107
—	21 —	107
—	4 janvier 1906	159
—	11 —	159, 256
—	18 —	256
—	1 ^{er} février —	396
—	8 —	396
—	15 —	434
—	22 —	434
—	8 mars —	435
—	15 —	435
—	22 —	435
—	5 avril —	532
—	26 —	580
—	10 mai —	624
—	17 —	624
—	24 —	764
—	15 juin —	764
—	24 —	800
—	5 juillet —	801
—	12 —	1041
—	11 octobre —	1042
—	25 —	1042
—	31 —	1043
—	8 novembre —	1092
—	16 —	1092

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Séances des	25 novembre 1905	55, 108
—	30 décembre —	159
—	27 janvier 1906	302
—	24 février —	348
—	31 mars —	436
—	28 avril —	483
—	26 mai —	676
—	30 juin —	801
—	29 septembre —	1043

Académie Royale des Lincei.

Séances de	novembre 1905	55
—	décembre —	207
—	janvier 1906	207
—	février —	531
—	mars —	531
—	avril —	531
—	mai —	804
—	juin —	804
—	juillet —	804

Académie royale des Sciences de Copenhague.

Mémoires présentés en 1906	723
----------------------------	-----

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES*

A	
ARRERATION. — A propos de la détermination de la constante de l'aberration.	1
ABSORPTION. — Sur les relations entre le pouvoir d'absorption par rapport à l'énergie radiante et la condition chimique des corps.	959
ACADÉMIE. — Académie de Metz.	585
ACCUMULATEURS. — Les piles à gaz et les accumulateurs légers.	797
— Manuel de la fabrication des accumulateurs.	994
ACÉTYLÈNE. — Un générateur d'acétylène par voie sèche.	307
— Manuel pratique de l'éclairage au gaz acétylène.	425
ACIDE. — Sur la détermination de l'acide borique seul ou en présence d'acide phosphorique.	531
— Sur l'absorption de l'acide gallique par les colloïdes organiques.	676
— La synthèse des acides glycolcholique et taurocholique.	727
— L'hydrolyse des acides nucléiques dans l'intestin.	766
— Les six acides dinitro-benzoïques isomères.	1043
— Sur la nitration des acides phthalique et isophthalique.	1044
ACORES. — L'Archipel des Acores.	845
ACOUSTIQUE. — Qualités acoustiques de certaines salles pour la voie parlée.	1088
ACTUALITÉS. — Actualités scientifiques.	570
ADRENALINE. — La constitution de l'adrénaline.	628
AFRIQUE. — Le Service géographique de l'Afrique occidentale française.	62
— Le développement de l'Afrique occidentale.	164
— Conférence de M. A. Chevalier sur l'Ouest africain.	261
— La France en Afrique.	293
— L'élevage de l'autruche en Afrique occidentale.	307
— Mission scientifique du Bourg de Bozas, De la mer Rouge à l'Atlantique à travers l'Afrique tropicale.	426
— L'inventaire géologique de l'Afrique occidentale française.	583
— Documents sur les établissements français de l'Afrique occidentale au XVIII ^e siècle.	799
AGRICULTURE. — L'agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du XX ^e siècle.	96
AIMANTS. — Emploi de la fonte trempée à la construction des aimants permanents.	207
— Aimants transparents. Propriétés magnétiques.	672
— Recherches expérimentales sur la constitution des aimants permanents.	1046
AIMANTATION. — L'hystérésis magnétique. 1 ^{re} partie : L'aimantation dans un champ qui varie très lentement.	8
— 2 ^e partie : L'aimantation dans un champ qui varie très rapidement.	64
AIR. — Sur la liquéfaction de l'air et ses applications. Le P. Mersenne et la pesanteur de l'air. 1 ^{re} partie : Le P. Mersenne et le poids spécifique de l'air.	769
— 2 ^e partie : Le P. Mersenne et l'expérience du Puy-de-Dôme.	809
ALBUMINES. — Les idées actuelles sur la constitution des albumines et les travaux de P. Schutzenberger.	679
ALCOOL. — La présence d'alcool dans le pain.	535
— Recherche sur le procédé Allen-Marquardt pour la détermination des alcools supérieurs.	1091
ALCOOLISME. — Alcoolisme des parents et anomalies de développement des enfants.	880
ALGÈBRE. — L'Algèbre de la Logique.	198
ALGÈRE. — Les puits artésiens dans le sud algérien. — Les moulins et les huîtres en Algérie.	62
ALIÉNÉS. — L'assistance des aliénés en France, en Allemagne, en Italie et en Suisse.	476
ALIMENTS. — Les industries de la conservation des aliments.	714
ALIMENTATION. — Précis d'alimentation des jeunes enfants (état normal, état pathologique).	247
— Traité de l'alimentation et de la nutrition à l'état normal et pathologique. Tome I. Nos aliments.	913
— Enquête sur l'alimentation d'une certaine d'ouvriers et employés parisiens.	1083
ALLIAGE. — Sur l'alliage magnétique de Heusler (manganèse-aluminium-cuivre).	431
— L'électricité de contact des alliages.	534
— Sur la résistance électrique des alliages.	1090
ALPES. — Le prochain percement des Alpes bernoises. — La synthèse géologique du système alpin.	644
— Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. Contribution à la géologie des chaînes intérieures des Alpes françaises.	1082
AME. — L'âme et le corps.	997
AMIDON. — L'amidon et sa saccharification diastasi-que.	860
AMINES. — La formation de dérivés indazoliques au moyen d'amines aromatiques orthométhylées.	114
AMMONIAC. — Méthode de traitement des liqueurs ammoniacales des usines à gaz.	483
— Quelques constantes physiques de l'ammoniac ; étude de l'effet du changement de température et de pression sur un gaz facilement condensable.	722
AMPHIBES. — Phénomène de synopsis chez les Amphibies.	620
ANALYSE CHIMIQUE. — Précis d'analyse chimique quantitative.	47
— Etude comparative des méthodes d'analyse des engrais dans les divers pays.	912
— Analyse des métaux par électrolyse. Métaux industriels, alliages, minerais, produits d'usines.	948
— Nouveau procédé d'analyse chimique du lait.	1004
ANALYSE MATHÉMATIQUE. — Exercices pour l'étude de l'Analyse supérieure. Tome I : Problèmes sur le Calcul différentiel.	328
ANALYSE SPECTRALE. — L'évolution inorganique étudiée par l'analyse spectrale.	910
ANATOMIE. — Revue annuelle d'Anatomie.	1062
ANESTHÉSIOLOGIE. — Action des anesthésiques sur les tissus vivants.	253
ANILINE. — Les expériences d'un directeur d'usine. La pratique de la fabrication des couleurs d'aniline.	872
ANKYLOSTOMOSE. — Manière de rendre les mines de houille réfractaires à l'ankylostomose.	352
ANNEAU. — Les anneaux de Newton formés par réflexion métallique.	402
ANNÉE. — L'Année biologique.	61
— L'Année psychologique.	756
ANNUAIRE. — Un annuaire astronomique.	725
ANTENNES. — Ordre de grandeur des forces électromotrices mises en jeu dans les antennes réceptrices. — Etude de la résonance des systèmes d'antennes.	157

* Les chiffres gras reportent aux articles originaux.

ANTENNES. — Note sur la théorie des antennes directrices ou des oscillateurs hertziens non-symétriques.	578
— Sur la radiation électrique des antennes coudées.	1090
APPAREILLAGE. — L'appareillage mécanique des industries chimiques.	797
APPAREILS. — Les appareils employés dans la technique chimique.	199
— Série d'appareils pour les travaux pratiques de Physique au Laboratoire.	1040
APPROXIMATIONS. — Approximations dans les mesures physiques et dans les calculs numériques qui s'y rattachent.	1033
ARACACIÉES. — Les Aracacées récentes et éteintes.	254
ARCS. — La mécanique des arcs voltaïques.	59
— Le passage des ions dans l'arc électrique.	102
— Le progrès des lampes à arc.	727
— La théorie de l'arc voltaïque sonore.	813
ARGON. — La distillation isothermique de l'azote et de l'oxygène et de l'argon et de l'oxygène.	207
— Façon dont se comporte l'argon et l'hélium à haute température vis-à-vis de divers éléments.	131
ARGENT. — Les pêcheries du banc d'Arguin.	728
ASSIMILATION. — Mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes.	479
— Le mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes vertes; la décomposition photolytique de l'anhydride carbonique.	955
ASSOCIATION. — Association des Anatomistes.	353
ASTRONOMIE. — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position.	57
— Revue annuelle d'Astronomie.	277
ATAXIE. — Crises oculaires et syndrome pseudo-basedowien dans l'ataxie locomotrice.	808
ATLAS. — Atlas of the world's commerce.	715
ATMOSPHÈRE. — Le champ électrique de l'atmosphère.	112
— La hauteur de l'atmosphère.	485
AUSTRALIE. — Western Australian Yearbook for 1900-1903.	386
AUTO-INDUCTION. — Effets de l'auto-induction dans un cylindre en fer.	839
AUTOMOBILE. — Guide pratique pour la conduite et l'entretien des Automobiles à pétrole et électriques.	94
— Automobiles. Vapeur, pétrole, électricité.	611
— Les perfectionnements automobiles en 1906.	832
ATTACHE. — L'élevage de l'Autriche en Afrique occidentale.	307
AZOTE. — La fixation de l'azote et l'électrochimie.	28
— Un nouveau procédé de fixation de l'azote atmosphérique.	112
— La distillation isothermique de l'azote et de l'oxygène et de l'argon et de l'oxygène.	207
— A propos de la fixation de l'azote atmosphérique.	260

B

BACILLUS LACTIS. — Action chimique du <i>Bacillus lactis aerogenes</i> (d'Escherich) sur le glucose et le mannitol.	479
BACTÉRIES. — Les bactéries de l'air, de l'eau et du sol.	247
— Recherches sur la mobilité et les organes moteurs des bactéries.	476
— Causes de la réaction de Voges et de Proskauer pour certaines bactéries.	479
— Action des décharges électriques de haut potentiel et de fréquence rapide sur les bactéries.	760
— La flore bactérienne de la chair de poisson.	768
BALANCE. — Expériences nouvelles sur la balance de torsion.	918
BALLONS. — Un dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons.	351
— Les ondes hertziennes et la direction des ballons.	979
BANDE. — Sur les bandes d'absorption et d'émission dans les corps gazeux.	160
BAROMÉTRIE. — Les courbes de fréquence des observations barométriques.	159
— Sur les variations barométriques de longue durée sur de grandes surfaces.	874
BASE. — La base géodésique du Simplon.	350
BIOCHIMIE. — La Biochimie et les chlorophylles.	1081
BIOLOGIE. — Un nouveau périodique: les « Annales de Biologie lacustre ».	440
BLANC. — Blanc ou incolore.	163
BLASTOMÈRES. — Sur l'existence de communications cellulaires entre les blastomères.	481
BLINDAGES. — Blindages et projectiles de rupture: 1 ^{re} partie: Blindages.	682

BLINDAGES. — 2 ^e partie: Projectiles.	729
BOBINE. — La bobine d'induction.	170
BOERS. — L'expansion des Boers au XIX ^e siècle.	371
BOIS. — Les bois de commerce et leur identification.	294
— Traité pratique des emplois chimiques du bois.	751
BOURSES. — Bourses commerciales de séjour à l'étranger.	63
BOUSSOLE. — Sur la possibilité de remplacer la boussole magnétique par une boussole de rotation.	806

C

Café. — La production et la consommation du café.	728
CAISSE. — La Caisse des recherches scientifiques.	489
CALCUL. — Die Anfangsgründe der Differential-und Integralrechnung.	424
— Vorlesungen über Differential-und Integralrechnung.	471
— Lehrbuch der Differential-und Integralrechnung.	1080
CALORIFÈRES. — Le chauffage des habitations par calorifères.	712
CANADA. — La colonisation de l'Ouest canadien.	308
— Le Canada, problèmes politiques contemporains.	797
CANAL. — Le canal de Panama.	114
— Le canal de Suez.	212
CANCER. — Recherches sur les mitoses hétérotypiques dans le cancer.	158
— Analyse expérimentale de la croissance du cancer.	874
CAOUTCHOUC. — La question du caoutchouc.	352
CAPACITÉ. — Résistance, inductance et capacité.	95
— Sur les capacités inductives électriques du papier sec et de la cellulose solide.	875
CARBONATES. — Sur les carbonates basiques de magnésium.	840
CARBONE. — La température de combustion de la cordite et la température de fusion du carbone.	258
— Un nouvel oxyde du carbone.	260
CARDIOPATHIE. — Les cardiopathies artérielles et la cure d'Evian.	97
CARTOGRAPHIE. — Un nouveau dispositif cartographique.	211
CATALANES. — Les catalanes du sang.	160
CATALYSE. — Actions anticatalytiques de l'eau.	880
CÉCITÉ. — La cécité dans la race arabe.	1086
CENDRES. — Analyse des cendres du Vésuve.	844
CÉRÉALES. — Sur la fonction de la silice dans la nutrition des céréales.	529
— Le commerce des céréales en France.	1004
CHALEUR. — Une déduction géométrique simple des relations reliant entre elles les quantités observées et cherchées figurant dans la méthode de détermination de la conduction de la chaleur par les cristaux.	436
— Discontinuité des chaleurs spécifiques à saturation et courbes de Thomson.	673
— Application de la loi des états correspondants aux chaleurs spécifiques.	719
CHAMP. — Le champ électrique de l'atmosphère.	112
— Influence des champs électriques sur les lignes spectrales.	915
— Le champ de force des espaces non euclidiens à courbure positive.	1043
CHARBONS. — Etude systématique des charbons minéraux d'origine végétale.	340
— La combustion spontanée du charbon et les moyens de la prévenir dans les entrepôts.	583
CHAUFFAGE. — Le chauffage des habitations par calorifères.	712
CHEMINS DE FER. — La production des ateliers de chemins de fer américains.	678
— Le Soudan égyptien et son nouveau chemin de fer.	681
— Le réveil économique de la Chine et les chemins de fer.	808
— Locomotive monophasée des chemins de fer suédois.	1003
CHIENS. — La rage et les chiens errants.	681
CHIMIE. — Revue annuelle de Chimie minérale.	191
— Traité de Chimie appliquée.	246
— Le VI ^e Congrès international de Chimie appliquée à Rome.	260
— Nouveau précis de Chimie. Chimie générale. Analyse.	292
— Revue annuelle de Chimie physiologique. 1 ^{re} partie: Matières protéiques. Aliments. Diastases, digestion.	326
— 2 ^e partie: Tissus, échanges nutritifs, sang, urine.	376
— Les phénomènes d'isomérisation en Chimie organique.	538
— Introduction à l'étude de la Chimie.	570

CHIMIE. — Répertoire annuel de Chimie. Année 1904.	665	CRISES. — Crises convulsives et lésions parathyroïdiennes.	6
— Revue annuelle de Chimie organique.	944	CRISTAL. — Sur la propagation de la lumière dans un cristal biaxial autour d'un centre de vibration.	304
CHIMISTES. — La formation des chimistes-experts.	583	— Les phénomènes de vie apparente chez les cristaux mous.	626
CHINE. — Le réveil économique de la Chine et les chemins de fer.	808	— Lehrbuch der Krystalloptik.	713
CHLOROFORME. — Sur certaines propriétés physiques et chimiques des solutions de chloroforme et d'autres anesthésiques.	103	— Les théories modernes sur la structure des milieux cristallins.	1050
CHLOROPHYLLE. — La Biochimie et les chlorophylles.	1081	CUITIVÉ. — Influence de petites quantités d'éléments dans le cuivre sur ses réactions avec l'acide nitrique.	1091
CHOCS. — Les chocs en Mécanique céleste.	397	CURE. — Les cardiopathies artérielles et la cure d'Evian.	97
CHROMOSOMES. — Existence de formes permanentes parmi les chromosomes de la première division mitotique chez certains animaux.	620	CYANOGENÈSE. — La fabrication du bromure de cyanogène.	1091
CHROMOSPHERE. — Etude de la chromosphère avec un spectrographe à fente circulaire.	841	CYROMÈTRE. — Adaptation du cyromètre à lecture directe à la détermination des courbes de résonance.	133
CIMENT. — La dilatation en volume du ciment Portland.	840	CYNIPIDES. — Monographie des Cynipides d'Europe et d'Algérie.	151
CINÉMATIQUE. — Manuel pratique de Cinématique navale et maritime.	94	CYSTINURIE. — Sur la cystinurie.	3
COLLÈGE. — Nos enfants au Collège.	834		
— Au Collège de France.	961	D	
COLLIMATEUR. — Le collimateur de l'Amiral Fleuriat.	626	DÉCHARGE. — Effet du radium facilitant la décharge électrique visible dans le vide.	722
COLLISIONS. — Les risques de collisions entre corps célestes.	209	DÉGÉNÉRESCENCE. — L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines.	49
COLLOÏDES. — Sur la filtration des colloïdes et des colloïdes à travers la gélatine.	432	DÉNÉRÉS. — Guide pratique de l'expert-chimiste en denrées alimentaires.	755
— Sur l'absorption de l'acide gallique par les colloïdes organiques.	676	DENSITÉS. — Sur une méthode statique de comparaison des densités des gaz.	675
— Zur Erkenntnis der Kolloide.	713	DENTS. — Relation entre les formules dentaires des Primates plathyrhiniens et katarhiniens.	436
COLONIES. — Les produits du sol de nos colonies à l'Exposition coloniale de Marseille.	1007	DÉPÔTS QUATÉNAIRES. — Les pierres des Ardennes dans les dépôts quaternaires des Pays-Bas, au nord du Rhin.	108
— Exposition coloniale de Marseille. Les colonies françaises au début du xx^e siècle. Cinq ans de progrès.	1035	DÉSINFECTIO. — Recherches nouvelles sur les propriétés désinfectantes de quelques substances.	960
COLONISATION. — La colonisation de la Nouvelle-France. — Marseille et la colonisation française.	797	DESSECCHEMENT. — Un procédé simple pour le dessèchement de l'air des hauts-fourneaux.	626
COMBUSTION. — La combustion spontanée du charbon et les moyens de la prévenir dans les entrepôts.	583	DÉTECTEURS. — Détecteurs d'ondes électriques à gaz ionisés.	720
COMÈTE. — Recherches sur l'orbite de la comète périodique de Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique.	302	DIABÈTE. — Sur le diabète expérimental.	61
— Instabilité du mouvement des comètes.	806	DIAGNOSTIC. — Précis de diagnostic clinique, microscopique et parasitologique.	873
COMMERCE. — Atlas of the World's commerce.	715	DICIONNAIRE. — Dictionnaire technologique illustré en six langues : français, italien, espagnol, allemand, anglais, russe. Tome I. Les éléments des machines.	997
COMPLEXES. — Un groupe de complexes dont la surface singulière se compose d'une surface réglée et d'un certain nombre de plans.	302	DIELECTRIQUES. — Sur les diélectriques liquides.	251
— Complexes quadratiques de révolution.	1043	DIFFRACTION. — Solution de certains problèmes de diffraction à l'aide d'une intégration de contour.	621
COMPTÉ-GOUTTES. — Du compte-gouttes normal et de ses applications dans la pratique pharmaceutique.	572	DIFFUSION. — Expériences sur la migration ionique dans la diffusion naturelle des acides et des sels.	1040
CONDUCTIBILITÉ. — La conductibilité électrique de solutions diluées d'acide sulfurique.	103	DILATATION. — Dilatation et température de fusion.	337
— La conductibilité du sulfate d'ammoniaque dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau.	674	DIPLOME. — Le diplôme d'études supérieures de sciences.	109
CONDUCTIVITÉ. — Sur la conductivité électrique unilatérale sur les surfaces humides.	432	DISTINCTION. — Distinction à un s'vant français.	240
CONGRÈS. — Le VI ^e Congrès international de Chimie appliquée à Rome.	260	DOULEUR. — Une théorie toxique de la douleur.	
— Le Congrès international pour l'étude des régions polaires.	1005	DOULEUR. — Ch-ngeoiments microscopiques dans le système nerveux dans un cas de douleur ou mal de coit chronique, et comparaison de ceux-ci avec les altérations observées dans la maladie du sommeil.	577
CONJUGAISON. — Etude biométrique de la conjugaison chez les <i>Paramoecium</i>	393		
CONSTANTES. — Quelques constantes physiques de l'ammoniac ; étude de l'effet du changement de température et de pression sur un gaz facilement condensable.	722	E	
COORDONNÉES. — Coordonnées lunaires.	678	Eaux. — L'épuration des eaux par les filtres à sable dits américains.	294
CORDITE. — La température de combustion de la cordite et la température de fusion du carbone.	258	— Hydrologie souterraine et eaux potables.	603
CORPS. — L'action de l'émanation du radium sur le corps humain.	920	— La question de l'eau.	767
— L'âme et le corps.	997	— Recherches en collaboration sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égouts.	833
COUTCHE-LIMITE. — Mesures sur la couche-limite entre les métaux et les électrolytes.	1092	— Recherches sur la façon dont se comportent les colloïdes dans les eaux d'égouts.	840
COULEURS. — Les récents progrès de la photographie des couleurs.	599	ECHINUS ESCULENTUS. — Effets des alalis, des acides et des sels alcalins et acides sur la croissance et la division cellulaire des œufs fertilisés de l' <i>Echinus esculentus</i>	104
COEURANTS. — Sur les courants terrestres produits par les entreprises de traction électrique.	394	— L'arrêt ou la modification de développement des œufs du <i>Pleurocetes plattessa</i> et de l' <i>Echinus esculentus</i> qui se produisent sous l'effet des acides, des alcalis et de certains indicateurs.	104
— Sur une méthode pour obtenir des courants continus au moyen d'un détecteur magnétique du type « auto-restaurateur ».	675	ECLAIRAGE. — Manuel pratique de l'éclairage au gaz acétylène.	125
— Enregistrement et analyse des courbes de courants alternatifs.	832	ECLAIRS. — Observations relatives à la durée des éclairs.	238
COURBE. — Les équations pluckeriennes d'un point cyclique d'une courbe gauche.	55	ECLIPSE. — Eclipsé totale de Soleil du 30 août 1905.	55
— Quelques propriétés de faisceaux de courbes planes algébriques.	483	ECOLE. — A l'Ecole polytechnique.	7
COVOLUME. — Relations entre le volume et le covolume.	674		

ECOLE. — A la sortie de l'Ecole polytechnique.	1006	ÉTOILES. — Le nombre des étoiles.	349
— L'enseignement dans les Ecoles d'Hydrographie.	1021	— Étoile variable Algol.	397
ÉCORCE. — Recherches sur l'écorce cérébrale des Mammifères.	253	— Parallaxe d'étoile filante.	533
ÉCRITS. — Les écrits et les dessins dans les maladies nerveuses et mentales (essai clinique).	388	— Recherches sur les observations d'étoiles faites dans quelques cercles mégalithiques anglais.	620
ÉCRITURE. — Physiologie de la lecture et de l'écriture.	612	— Sur quelques étoiles possédant un spectre particulier.	722
ELASTICITÉ. — Les effets élastiques résiduels dans le quartz cristallin.	1003	— L'intensité lumineuse des étoiles de type spectral différent.	801
ELECTRICITÉ. — Les emplois domestiques de l'électricité.	112	— Classification des étoiles par leur température.	806
— Conduction de l'électricité through gases.	198	— La vision des étoiles.	917
— Leçons sur l'électricité.	328	— Rapport entre le spectre et la couleur des étoiles.	1043
— Précis de la théorie du magnétisme et de l'électricité, à l'usage des ingénieurs et des candidats aux écoles et instituts électrotechniques.	385	— La couleur des étoiles.	1045
— Passage de l'électricité à travers des couches de gaz épaisses.	392	— Orbites des étoiles doubles.	1046
— Les quantités élémentaires d'Électricité : ions, électrons, corpuscules.	424	ÉVOLUTION. — L'évolution inorganique étudiée par l'analyse spectrale.	910
— Notions d'Électricité, Son utilisation dans l'industrie.	474	EXCITATIONS. — Intensité des excitations de réflexes les plus faibles.	436
— The theory of experimental Electricity.	571	EXPERT. — Guide pratique de l'expert-chimiste en denrées alimentaires.	755
— Le passage de l'électricité à travers les gaz.	948	EXPLOSIONS. — Recherches sur la pression des explosions.	54
ELECTROCHIMIE. — La fixation de l'azote et l'Electrochimie.	28	— L'explosion des mélanges de gaz d'éclairage et d'air.	399
— Jahrbuch der Electrochemie für 1902 and 1903.	150	EXPOSITION. — L'Exposition internationale de la Nouvelle-Zélande.	114
— L'Electrochimie appliquée aux recherches et aux préparations de la Chimie organique.	716	— Les produits du sol de nos colonies à l'Exposition coloniale de Marseille.	1007
— Traitée pratique d'Electrochimie.	1033	EXTRAITS. — Action des extraits pituitaires sur le rein.	676
ELECTROLYTES. — Boîte pour la mesure de la résistance des électrolytes.	619		
— Répartition du courant dans les électrolytes en général.	674		
— Les constantes d'affinité des électrolytes amphotères. I. Les dérivés méthylés de l'acide para-aminobenzoïque et de la glycine.	839		
— II. Dérivés méthylés des acides ortho et méta-aminobenzoïques.	839		
— III. Les amino-acides méthylés.	839		
ELECTRON. — Remarques par rapport à la dynamique de l'électron.	56		
ELECTROTHERAPIE. — Eléments d'Electrothérapie clinique.	1084		
ÉLÉPHANTS. — Traitée sur les éléphants. Leurs soins habituels et leur traitement dans les maladies.	715		
EMBRYOLOGIE. — Revue annuelle d'Embryologie.	156		
EMIGRATION. — L'émigration des campagnes vers les villes et la tuberculose.	113		
ÉMOTIONS. — L'expression des émotions.	628		
EMPRUNTS. — Remboursement des emprunts à long terme.	149		
ENGRAIS. — Etude comparative des méthodes d'analyse des engrais dans les divers pays.	912		
ENREGISTREMENT. — Un nouveau procédé photographique d'enregistrement des indications des instruments de physique.	351		
ENSEIGNEMENT. — L'enseignement pédagogique de l'Université de Paris.	62		
— Les réformes de l'Enseignement supérieur.	146		
— L'enseignement dans les Ecoles d'Hydrographie.	1021		
— L'enseignement de la Physique dans les Lycées.	629		
ENSEMBLES. — Les principes de la Théorie des ensembles.	209		
ENZYMES. — Etudes sur l'action des enzymes.	915		
ÉPURATION. — Recherches en collaboration sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout.	833		
EQUATION. — Sur la pression interne des fluides et l'équation de Clausius.	205		
— Les équations d'état dans leurs rapports avec la thermodynamique.	351		
EQUILIBRES. — Les équilibres occultes dans les sections ρ, x au-dessous du point eutectique.	160		
— Les équilibres hétérogènes étudiés d'après la règle des phases.	386		
EQUINOXE. — L'équinoxe de printemps.	625		
ESPACE. — La notion d'espace et les conditions physiologiques nécessaires à sa formation dans l'esprit.	129		
— Le champ de force des espaces non euclidiens à courbures négatives.	801		
ESSAYEUR. — L'Art de l'essayeur.	611		
ÉTHYLE. — Recherches pharmacologiques sur le chlorure d'éthyle.	1090		
ÉTINCELLES. — Une étude expérimentale des étincelles de condensateurs.	534		
— Effet de l'étincelle électrique sur l'actinisme des métaux.	722		
ÉTOILE. — L'étoile 70 Ophiucus.	162		

F

FARINE. — Recherches sur la viscosité de la farine et du pain et les moyens de la prévenir.	434
FAUNE. — La faune pélagique des Invertébrés. La mer des Sargasses et sa faune.	351
— La faune bathypélagique et la faune des grands fonds.	490
FER. — Les propriétés physiques et chimiques du fer-carbonyle.	103
— Sur l'urtension dans le fer par traction et compression.	431
— Sur la façon dont se comporte le fer sous des forces magnétisantes périodiques faibles.	1040
FERME. — Hygiène de la ferme.	798
FERMENT. — Le ferment alcoolique du jus de levure. Le ferment alcoolique du suc de levure. Le co-ferment.	480
— 916	
FIBRINOGEN. — Sur la fibrinogénine.	61
FIÈVRE. — Rôle des urines typhiques dans la propagation de la fièvre typhoïde.	960
FILTRATION. — Sur la filtration des colloïdes et des colloïdes à travers la gélatine.	432
FILTRES. — L'épuration des eaux par les filtres à sable dits américains.	294
FLAMMES. — Détermination objective de la fréquence des flammes de König.	842
FLUIDES. — Sur la pression interne des fluides et l'équation de Clausius.	205
— Facteurs qui déterminent la production du fluide intraoculaire.	394
— Sur la résistance des fluides.	621
FOIE. — Relations des cellules du foie avec les vaisseaux sanguins et les lymphatiques.	1089
FONCTIONS. — Sur le quotient de deux fonctions consécutives de Bessel.	160
FONDERIE. — La fonderie moderne.	426
FONTE. — Emploi de la fonte trempée à la construction des aimants permanents.	207
FORCES. — Les forces de la Nature.	152
FOUR. — Nouveau four électrique pour la détermination des points de fusion des matières réfractaires.	627
FRANCE. — Histoire de l'expansion coloniale de la France depuis 1870 jusqu'en 1905.	835
FROID. — Leçons sur le froid industriel.	46
— Le poisson conservé par le froid.	61
— La distribution à domicile du froid artificiel.	485
— Production et utilisation du froid.	1081
FUSION. — Dilatation et température de fusion.	111
— Nouveau four électrique pour la détermination des points de fusion des matières réfractaires.	627

G

GALVANOMÈTRE. — Sur les points morts d'une aiguille de galvanomètre pour des courants fugitifs.	530
---	-----

GALVANOMÈTRE. — Galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs	673
— Un galvanomètre optique à indications lumineuses et pouvant servir à l'enregistrement photographique	674
GALVANOTROPIQUE. — Sur la nature de l'irritabilité galvanotrope des racines	157
GAMMES. — Les gammes musicales au point de vue des physiiciens	177
GASTROTOXINE. — Sur la spécificité et l'action <i>in vitro</i> de la gastrotrotoxine	529
GAZ. — Sur les bandes d'absorption et d'émission dans les corps gazeux	56
— Conduction of electricity through gases	198
— Pa-sage de l'électricité à travers des couches de gaz épaisses	392
— L'explosion des mélanges de gaz d'éclairage et d'air	399
— Le passage de l'électricité à travers les gaz	948
GÉOGRAPHIE. — Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima	97
GÉOLOGIE. — La science géologique. Ses méthodes, ses résultats, ses problèmes, son histoire	96
— Traité de Géologie	199
— L'inventaire géologique de l'Afrique occidentale française	583
— La synthèse géologique du système alpin	611
— Études géologiques dans les Alpes occidentales	1082
GEOMETRIE. — Descartes et la Géométrie analytique	149
— Lehrbuch der praktischen Geometrie	385
— Lehrbuch der analytischen Geometrie	385
— Anfangsgründe der darstellenden Geometrie für Gymnasien	424
— Abstrakte Geometrie	519
— Œuvres de Laguerre, tome II. Géométrie	569
— Enzyklopädie der Elementar-Mathematik, tome II. Elementar Geometrie	754
GLACE. — Sur la densité de la glace et sa chaleur de fusion	157
— Sur le mouvement d'un fil métallique à travers la glace	304
— La glace à rafraîchir	352
GLACIER. — Les glaciers de la Savoie	401
GLANDES. — Recherche expérimentale des facteurs qui déterminent la croissance et l'activité des glandes mammaires	576
GLAUSSINA. — Sur la <i>Glossina palpalis</i> dans ses rapports avec le <i>Trypanosoma gambiense</i> et d'autres trypanosomes	955
GLUCOSIDE. — Etude du glucoside cyanogénétique contenu dans le Lin commun	761
— Le glucoside cyanogénétique contenu dans le cassava	761
GRAISSE. — Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires	340
GROENLAND. — Une station arctique scientifique au Groenland	583
GROSSESSE. — Hygiène de la grossesse et puériculture intra-utérine	152
GROUPE. — Recherches sur le groupe simple d'ordre 25.20	430
GUERRE. — Les enseignements maritimes de la Guerre russo-japonaise	291
GUYANE. — The British Guiana Medical annual for 1905	996

H

HALO. — Double halo	958
HANCHE. — Technique du traitement de la luxation congénitale de la hanche	247
HAVRAN. — A travers le Hauran et chez les Druses. Excursion à Palmyre par Homs	612
HAUTEURS. — La méthode des hauteurs égales en Astronomie de position	57
HAYES-FOURNEAUX. — Un procédé simple pour le dessèchement de l'air des hauts-fourneaux	626
HELIUM. — La production de l'hélium aux dépens du bromure de radium	352
— Faron dont se comportent l'argon et l'hélium à haute température vis-à-vis de divers éléments	491
HEMATINE. — Sur l'hématine cristallisée	620
HÉMIASPIQUE. — Guérison de l'hémiaspisme facial par les injections profondes d'alcool	768
HÉMOLYSE. — Sur le rapport entre l'hémolyse et la phagocytose des cellules rouges du sang	577
HEPATOMYXAS. — Recherches sur le développement de	

l' <i>Hepatomyxas</i> du Kala-Azar et de la fièvre cachectique aux dépens des corps de Leishman-Donovan	346
HERCULE. — La structure de l'amas d'Hercule	257
— Variabilité de 68 <i>u</i> Hercule	485
HÉRÉDITÉ. — L'hérédité des stigmates de dégénérescence et les familles souveraines	49
HEXATRIÈNE. — Le carbure d'hydrogène le plus simple à deux systèmes conjugués de liaisons doubles, le 1 : 3 : 5-hexatriène	160
HISTOLOGIE. — Précis d'Histologie	949
HORLOGERIE. — Théorie et pratique de l'horlogerie, à l'usage des horlogers et des élèves d'horlogerie	994
HOTILLE. — La houille verte mise en valeur des moyennes et basses chutes d'eau en France	994
HUILES. — Fabrication et raffinage des huiles végétales	425
HUITRES. — Les moules et les huîtres en Algérie	536
HUMARIA. — Développement de l'ascarpe de l' <i>Humaria granulata</i> Quel	346
HYATINES. — Détermination des sexes chez les Hyatines	916
HYDROGÈNE. — La combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène au contact des surfaces chaudes	207
HYDROGRAPHIE. — L'enseignement dans les Ecoles d'hydrographie	1021
HYDROLOGIE. — Hydrologie souterraine et eaux potables	603
HYGIÈNE. — Hygiène alimentaire	295
— Hygiène de la ferme	798
— Revue annuelle d'Hygiène. 1 ^{re} partie : Les maladies transmissibles. Hygiène urbaine	820
— 2 ^e partie : Hygiène industrielle	865
— L'Hygiène des industries	899
— Hygiène et sécurité du travail industriel	950
HYPERTROPHIE. — Traitement de l'hypertrophie prostatique par la prostatectomie	1035
HYSTÉRÉSIS. — L'hystérésis magnétique. 1 ^{re} partie : L'aimantation dans un champ qui varie très lentement	8
— 2 ^e partie : L'aimantation dans un champ qui varie rapidement	64

I

ICHTHYOPSIDÉS. — Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des Ichthyopsidés	340
IMAGES. — Observations sur les images des microscopes et télescopes	481
IMMUNITÉ. — Les conditions de l'infection microbienne et l'immunité	668
INCENDIE. — Etude théorique et pratique de l'incendie. Ses causes, sa prévention, son extinction	424
INCOLORE. — Blanc ou Incolore	163
INDAZOL. — La formation de dérivés indazoliques au moyen d'amines aromatiques orthométhylées	1144
INDIGO. — Méthodes de détermination de l'indigotine dans l'indigo commercial et dans les plantes fournissant de l'indigo	810
INDO-CHINE. — L'Indo-Chine française. Souvenirs	714
INDUCTANCE. — Résistance, inductance et capacité	95
INDUCTION. — La Logistique et l'induction complète. La notion de Correspondance	181
INDUSTRIE. — La grande industrie tinctoriale	666
— L'appareillage mécanique des industries chimiques	797
INFECTION. — Les conditions de l'infection microbienne et l'immunité	968
INSECTES. — Les différents insectes transmetteurs de la peste	212
INSOLATION. — L'insolation en Suisse	435
INSTALLATION. — Prix de revient des installations hydrauliques	58
INSTITUT. — L'Institut Océanographique	1049
INTÉGRALES. — Recherche des intégrales algébriques dans le mouvement d'un solide pesant autour d'un point fixe	291
INTESTIN. — L'hydrolyse des acides nucléiques dans l'intestin	766
— L'Hygiène des intestins	899
IOLE. — L'iole et les ioliques	523
IONISATION. — Ionisation produite par le platine chauffé dans les différents gaz	216
IONS. — Le passage des ions dans une lame électrique	102
— La mesure exacte des vitesses des ions	103
— Recherches sur les vitesses des ions des vapeurs des sels alcaïns	384
— Sur la dimension des ions et ses rapports avec les propriétés physiques des solutions aqueuses	430

IONS. — Les vitesses des ions dans l'air à différentes températures	875	LUMIÈRE. — Attractions et oscillations des animaux marins sous l'influence de la lumière	834
IRRADIATION. — Sur l'irradiation photographique	619	LUMINESCENCE. — Recherches sur la luminescence chimique	164
ISOMÉRIE. — Les phénomènes d'isomérisation en chimie inorganique	538	LUNE. — Les occultations d'étoiles par la Lune	533
		— L'agrandissement et la proximité apparente de la Lune à l'horizon	726
		— Pourquoi la Lune nous paraît-elle plus grosse à l'horizon qu'au zénith?	1001
J		LUNETTE. — Lectures sur une lunette méridienne à deux cercles	437
JARDIN. — Le Jardin botanique de la Ville de Paris	535	LUXATION. — Technique du traitement de la luxation congénitale de la hanche	217
JULIANIACÉES. — Nouvel ordre naturel de plantes, les Julianiacées	916	LYCÉES. — L'enseignement de la Physique dans les Lycées	629
JUMENTS. — Sur les descendants des juments marrons pur sang	304		
JUPITER. — Sur les plans des orbites des satellites de Jupiter	436	M	
— Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908	1043	MAGNÉTISME. — Vitesse définie de propagation du magnétisme dans le fer	207
		— Précis de la théorie du magnétisme et de l'électricité à l'usage des ingénieurs et des candidats aux écoles et instituts électrotechniques	385
L		— Sur la façon dont se comporte le fer sous des forces magnétisantes périodiques faibles	1040
LABORATOIRE. — Travaux du Laboratoire scientifique international du Mont-Rose	48	— Des perturbations magnétiques d'après leur annotation à Batavia	1043
— Méthodes et ressources en usage dans le Laboratoire cryogène de Leyde	802	MALADIES. — Diagnostic et séméiologie des maladies tropicales	295
LACTOSURIE. — De la lactosurie	995	— Les écrits et les dessins dans les maladies nerveuses et mentales (essai clinique)	388
LAIT. — Danger du lait bouilli de vaches tuberculeuses	261	— Lectures on tropical diseases	613
— Nouveau procédé d'analyse chimique du lait	1004	— Transmission des maladies infectieuses par les animaux d'appartement	1005
LAMES. — Sur les franges de réflexion des lames argentées	299	MANCHONS. — La théorie des manchons à incandescence	937
LAMPE. — Une lampe de projection nouvelle	2	MARÉE. — Étude des phénomènes de marée dans la mer du Nord	109
— Les lampes électriques à arc	385	— Observation, étude et prédiction des marées	832
— La production de la lumière rouge dans les lampes à vapeur de mercure	439	— Modifications du régime des marées de la rivière Mersey	876
— Les nouvelles lampes à incandescence	535	MARGARINE. — Fabrication de la margarine et des graisses alimentaires	340
— Lampe à arc automatique	578	MARINE. — Quelques réflexions sur la marine	310
— Les progrès des lampes à arc	727	MAROC. — La sardine au Maroc	401
LANGAGE. — Le Langage. Essai sur la psychologie normale et pathologique de cette fonction	202	— Le commerce marocain	440
— Le centre cérébral du langage articulé et le centre de Broca	1047	— Mission dans le Maroc occidental	521
LATITUDES. — La variation des latitudes	879	— Le Maroc, ce qu'il en faut connaître	949
LECTURE. — Physiologie de la lecture et de l'écriture	612	MARS. — La météorologie sur Mars	625
— Lectures scientifiques. Physique et Chimie	994	— La planète Mars d'après les travaux récents	916
LÉGUME. — La production légumière moderne	153	MARSEILLE. — Marseille et la colonisation française	913
LEVURES. — Le problème de l'origine des levures	211	MATHÉMATIQUES. — Mathematische Übungsaufgaben	94
— Le ferment alcoolique du jus de levure	480	— Histoire des Mathématiques	328
— Le ferment alcoolique du suc de levure. Le coferment	916	— Initiation mathématique	665
— L'utilisation des levures usées	960	— Verhandlungen des dritten internationalen Mathematiker Kongresses	712
LIGNES. — Recherches sur les lignes de Talbot	346	— Les Mathématiques et la Médecine	796
— Allure des lignes de fusion de compositions dissociées partiellement dans la phase fluide, pour des proportions quelconques des produits de dissociation	318	MATÈRE. — Les matières premières usuelles d'origine végétale indigènes et exotiques	872
— Sur l'allure des lignes spinodales et des lignes de plissement pour des mélanges binaires de substances normales	1043	— La transition de l'état liquide à l'état solide et la structure écumée de la matière	875
LIQÉFACTION. — Sur la liqéfaction de l'air et ses applications	52	MÉCANIQUE. — Les principes de la Mécanique	46
LITTÉRATURE. — Littérature canadienne française	98	— Quelques antiquités mécaniques de la Belgique	910
LIVRE. — A propos d'un livre récent	877	— Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne	1032
LOCOMOTIVE. — Locomotive à vapeur surchauffée des chemins de fer prussiens	306	MÉDECINE. — Les Mathématiques et la Médecine	796
— Les locomotives américaines	102	— Revue annuelle de Médecine	982
— Locomotive monophasée des chemins de fer suédois	1003	— Précis de Médecine légale	996
LOGIQUE. — L'Algèbre de la Logique	198	MÉNINGITE. — La guérison histologique de la méningite cérébro-spinale	921
LOGISTIQUE. — La Logistique et l'induction complète. La notion de Correspondance	161	MÉRICIAE. — La production de la lumière rouge dans les lampes à vapeur de mercure	439
— La Logistique et la notion de nombre entier	906	MESURE. — Une machine de mesure électrique pour les étalons de longueur à bouts	431
— A propos de la Logistique	957	MÉTALLOGRAPHIE. — L'état actuel de la Métallographie microscopique. 1 ^{re} partie: Technique de la Métallographie	586
LOT. — Application de la loi des états correspondants aux chaleurs spécifiques	719	— 2 ^e partie: Utilisation industrielle de la Métallographie	630
— La loi de distribution dans le cas où l'une des phases d'un système possède de la rigidité mécanique	721	MÉTAUX. — Le pouvoir inducteur spécifique des métaux	438
LONGITUDE. — Différence de longitude Paris-Greenwich	398	— Analyse des métaux par électrolyse. Métaux industriels, alliages, minerais, produits d'usines	948
LONGUEURS D'ONDE. — Mesures de longueurs d'onde dans le spectre d'arc du fer, pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques	674	MÉTAUX-AMMONIUM. — La nature des métaux-ammonium alcalins	440
LUMIÈRE. — Sur la propagation de la lumière dans un cristal biaxial autour d'un centre de vibration	303	MÉTÉOROLOGIE. — Etudes pratiques de Météorologie et observations comparées des stations de Beaulieu, Sèvres et Vacquey pour l'année 1903	149
— Une combinaison des lumières de Newton et de Auer	399		
— Sur les piles galvaniques produites par l'action de la lumière	431		

MÉTÉOROLOGIE. — Hydrometeorologia castellana, según los datos recogidos en el Colegio de PP. Augustinos de Valladolid desde 1892 al 1905	519
— Les bases de la Météorologie dynamique: historique, état de nos connaissances	611
MÉTHODE. — La méthode de Bier	308
MICROBES. — Les maladies microbiennes des vins blancs d'origine chaupenoise	790
MICRONOLOGIE. — Microbiologie agricole	151
MIGRATION. — Expériences sur la migration ionique dans la diffusion naturelle des acides et des sels	1040
MINE. — La protection des navires de guerre contre les mines et les torpilles	80
— L'allumage des mines au moyen des ondes acoustiques	463
MINÉRALOGIE. — Minéralogie des départements du Rhône et de la Loire	995
MINÉRAUX. — Détermination de los minerales	872
MISSION. — Une Mission scientifique à San-Thomé	629
— Documents scientifiques de la Mission saharienne. Mission Fourreau-Lamy. D'Alger au Congo par le Tchad	755
— Le programme scientifique de la Mission de délimitation Niger-Tchad (Mission Tilho)	921
— La Mission scientifique belge Congo-Nil	1048
MITOSES. — Recherches sur les mitoses hélotypiques dans le cancer	158
MOELLE. — Les voies de la sensibilité douloureuse et calorifique dans la moelle	630
MOLYBDÈNE. — Les petits métaux: Titane, Tungstène, Molybdène	521
MONT-ROSE. — Travaux du Laboratoire scientifique international du Mont-Rose	48
MONUMENTS. — The ancient monuments of Northern Honduras and the adjacent parts of Yucatan and Guatemala	666
MORT. — La mort subite familiale des jeunes enfants	308
MOTEUR. — Concours d'application du petit moteur électrique	259
— Les moteurs asynchrones à courant tournant	385
— Sur la chaleur spécifique, le flux de chaleur et d'autres phénomènes du fluide en travail dans le cylindre des moteurs à combustion interne	577
— Les moteurs à explosion et l'injection de liquides volatils	731
MOULES. — Les moules et les huîtres en Algérie	536
MOUVEMENTS. — Sur deux appareils destinés à l'étude graphique de la composition des mouvements vibratoires de même direction ou de directions rectangulaires	619
MUSÉE. — Les Galeries nationales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique	3
— Le Musée colonial de Haarlem	961
MUSEUM. — Museum d'histoire naturelle	585
MUSIQUE. — A propos des bases physiques de la musique	307
MUTATION. — Sur les plantes offrant à l'état actuel le caractère de races intermédiaires dans le sens de la théorie de mutation	436
MYÉLINES. — Sur les myélines, les corps myéliniques et les cristaux fluides potentiels	955
N	
NAVIRE. — Les nouveaux navires à turbines de la Compagnie Cunard	2
— La protection des navires de guerre contre les mines et les torpilles	80
NÉBULEUSE. — Photographies monochromatiques de la nébuleuse d'Orion	87
— La parallaxe des nébuleuses	348
— Distribution des nébuleuses	958
NERFS. — Sur la distribution des chlorures dans les cellules et les fibres nerveuses	253
— Sur les terminaisons des nerfs et sur les substances excitables spéciales dans les cellules nerveuses	838
— Régénération des nerfs	916
NICKEL. — Détermination quantitative de petites quantités de nickel dans les substances organiques	932
NIGER. — Le programme scientifique de la Mission de délimitation Niger-Tchad Mission Tilho	921
NITROCELLULOSE. — La détérioration graduelle de la nitrocellulose pendant sa conservation	956
NOMBRE. — Table de caractéristiques relatives à la base 2.310 des facteurs premiers d'un nombre inférieur à 30.030	871
— La Logistique et la notion de nombre entier	906

O

OCCULTATIONS. — Les occultations d'étoiles par la Lune	533
Océan. — La circulation océanique	321
Océanographie. — L'Institut océanographique	1049
OËL. — L'œil artificiel	341
ŒUF. — Effets des alcalis, des acides et des sels alcalins et acides sur la croissance et la division cellulaire des œufs fertilisés de l' <i>Echinus esculentus</i> qui se produisent sous l'effet des acides, des alcalis et de certains indicateurs	104
— L'arrêt ou la modification de développement des œufs du <i>Pleurocetes platessa</i> et de l' <i>Echinus esculentus</i> qui se produisent sous l'effet des acides, des alcalis et de certains indicateurs	104
ŒUVRES. — Œuvres de Charles Hermite	910
ONDES. — Sur les méthodes par lesquelles l'émission d'ondes électriques peut être en grande partie confinée à certaines directions et par lesquelles la réceptivité d'un récepteur peut être restreinte aux oscillations électriques émanant de certaines directions	578
— Les ondes hertziennes et la direction des ballons	979
OPALESCENCE. — Sur l'opalescence des fluides près de la température critique	913
OPÉRATIONS. — Petit Traité mathématique des opérations commerciales et financières	1080
OPSONIQUES. — Spécificité des substances opsoniques dans le sérum sanguin	576
OPTIQUE. — Lehrbuch der Kristalloptik	713
OR. — L'industrie de l'or	386
— L'industrie aurifère	475
— L'or dans le monde et son extraction. 1 ^{re} partie: Economie et répartition de la production aurifère	501
— 2 ^e partie: Géologie et extraction industrielle	512
ORAGES. — Un appareil à enregistrer les orages	917
ORBITES. — Sur les plans des orbites des satellites de Jupiter	436
— Les orbites des étoiles doubles	1045
ORDURES. — Le traitement des ordures ménagères et la production de l'énergie	474
ORGANISME. — Effets du radium sur l'organisme	113
OSCILLATIONS. — Effet des oscillations électriques sur le fer dans un champ magnétique	722
OSMOSE. — Origine des effets osmotiques	1039
— (Voir aussi Pression).	
OXYGÈNE. — La combinaison de l'oxygène et de l'hydrogène au contact des surfaces chaudes	207
— Distillation isothermique de l'azote et de l'oxygène et de l'argon et de l'oxygène	207
OZONE. — Quelques nouvelles applications de l'ozone à la stérilisation des eaux potables et industrielles	488

P

PAIN. — La présence d'alcool dans le pain	535
PAQUEBOT. — Le nouveau paquebot de la Compagnie transatlantique « la Provence » et l'accroissement des dimensions des navires de commerce	582
PARALLAXE. — Parallaxe annuelle de la Nova de Persée	109
— Sur la parallaxe des nébuleuses	348
PARAMÉCIUM. — Etude biométrique de la conjugaison chez les <i>Paramécium</i>	391
PARBELLIE. — Double parbellie	437
PATHOLOGIE. — Introduction à la pathologie générale	427
PÊCHER. — L'industrie des pêches aux Colonies	996
PÊCHERIES. — Les pêcheries du banc d'Arguin	728
PELLICULES. — Observations sur les pellicules de savon noires et grises	431
— La tension diélectrique des pellicules minces de liquide	723
PENDULE. — Observations d'un pendule faites simultanément aux Observatoires de Kew et de Greenwich en 1903	1039
PENSEE. — Etudes sur la pensée scientifique chez les Grecs et chez les Modernes	551
PEPTIDES. — Les Peptides. Introduction à la synthèse des matières protéiques	415
PERCEMENT. — Le prochain percement des Alpes bernoises	628
PERSÉE. — Parallaxe annuelle de la Nova de Persée	109
PERTURBATIONS. — Perturbations magnétiques et taches solaires	398
PESTE. — Les différents insectes transmetteurs de la peste	212
PHÉNOLS. — Nitration des phénols méta-substitués	1044

PHÉNOMÈNE. — Le phénomène de Majorana dans les champs intenses	1088
PHOSPHORESCENCE. — La phosphorescence, propriété atomique et moléculaire	205
PHOTODUIM. — Les récents progrès de la Photochimie.	229
PHOTOGRAPHIES. — Photographies monochromatiques de la nébuleuse d'Orion	57
— La photographie à grande distance	111
— Un nouveau papier photographique aux sels d'argent développable par simple immersion dans l'eau	487
— Les récents progrès de la photographie des couleurs	599
— Action des plantes sur une plaque photographique dans l'obscurité	1090
PHOTOMÉTRIE. — Nouvelles recherches de photométrie photographique	60
— Le phénomène de couleur dans la photométrie	578
PHYLLOXERA. — Le phylloxera dans une vigne luisienne	536
PHYSIOLOGIE. — Physiologie végétale : Etude des échanges de substance et d'énergie dans la plante	340
— Revue annuelle de Physiologie	650
— Traité élémentaire de Physiologie	912
PHYSIQUE. — Traité de Physique. Tome I : Introduction. Mécanique. Méthodes et instruments de mesure. T. II : Emission et absorption de l'énergie rayonnante. Vitesse de propagation. Réflexion et réfraction	245
— Lehrbuch der praktischen Physik	424
— The recent development of physical Science	320
— L'enseignement de la Physique dans les lycées	629
— Expériences pour les cours de Physique	734
— Série d'appareils pour les travaux pratiques de Physique au Laboratoire	1040
PIERRES. — Les colorations des pierres précieuses sous l'action du radium	400
PILE. — Une nouvelle pile électrique, le dynélectron	211
— Sur les piles galvaniques produites par l'action de la lumière	431
— Les piles à gaz et les accumulateurs légers	797
PLANÈTES. — La recherche des petites planètes	841
— La planète Mars d'après les travaux récents	962
PLANTES. — Plantes industrielles	426
— Mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes	479
— La respiration des plantes vertes. Théorie biochimique et théorie de la zymase	783
— Le mécanisme de l'assimilation du carbone dans les plantes vertes : la décomposition photolytique de l'anhydride carbonique	955
PLAQUE. — Expériences sur une plaque d'acier vibrante	621
PLASMOTHERAPIE. — La plasmothérapie	131
PLÂTRIÈRES. — Les grandes plâtrières d'Argenteuil (Seine-et-Oise) : Historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne	834
PLUIE. — La région la plus pluvieuse de l'Europe	58
— Variations d'intensité de la pluie	211
PNEUMONIE. — Le traitement de la pneumonie	1086
POISON. — Action physiologique d'un poison de flèche africaine récemment découvert	721
POISSON. — Le poisson conservé par le froid	61
— La flore bactérienne de la chair de poisson	768
— Les époques de ponte des poissons en rivière et en eau dormante	817
POLAIRES. — Le Congrès international pour l'étude des régions polaires	1005
POLARISATION. — La polarisation dans la radiation Röntgen secondaire	480
— Sur la polarisation des rayons Röntgen	802
PONTE. — Les époques de ponte des poissons en rivière et en eau dormante	817
POTENTIEL. — Sur les observations de potentiel atmosphérique faites à Kew pendant les jours de beau temps de 1898 à 1904	577
POUVOIR INDUCTEUR. — Le pouvoir inducteur spécifique des métaux	438
PRÉCIPITINE. — Sur la source principale de la substance précipitable et sur le rôle du protéide homologue dans les réactions de précipité	915
PRÉHISTOIRE. — Manuel des recherches préhistoriques	523
PRESSIONS. — La détermination des pressions osmotiques des solutions par la mesure de leurs pressions de vapeur	206
— Sur la nature de la pression osmotique	398
— Relation entre la pression osmotique et la tension de vapeur dans une solution concentrée	431

PRESSIONS. — Sur la pression de vapeur en équilibre avec des substances retenant des quantités variables d'humidité	431
— Influence de l'augmentation de la pression barométrique sur l'humidité	481
— La pression osmotique de solutions de non-électrolytes, en rapport avec les déviations des lois des gaz parfaits	483
— Sur les pressions osmotiques de quelques solutions aqueuses concentrées	840
PROFESSEURS. — La question des professeurs adjoints	309
PROJECTILE. — La perte de vitesse et d'énergie qu'éprouvent les projectiles à leur passage à travers l'eau	163
— Blindages et projectiles de rupture. 1 ^{re} partie : Blindages	682
— 2 ^e partie : Projectiles	729
PROJECTION. — Une lampe de projection nouvelle	2
PROSTATECTOMIE. — Traitement de l'hypertrophie prostatique par la prostatectomie	1035
PROTOPLASMA. — La constitution chimique du protoplasma montrée par le cours de la désintégration des tissus	480
PSYCHOLOGIE. — Essai sur la psychologie de l'Européen aux pays chauds. 1 ^{re} partie : Facteurs généraux	361
— 2 ^e Facteurs individuels	410
PÉRIDOSPERMES. — Sur les microsporangies des Pteridospermes	254
PŒURCULTURE. — Hygiène de la grossesse et puericulture intra-utérine	152
PETITS. — Les puits artésiens dans le Sud algérien	62

Q

QUADRILQUES. — Sur une série particulière de quadrilques à huit points et huit plans tangents communs	436
QUARTZ. — Les effets élastiques résiduels dans le quartz cristallin	1003

R

RACINES. — Sur la nature de l'irritabilité galvanotropique des racines	157
RADIATION. — Sur la radiation de la couronne et du disque solaire	56
— Lois de la radiation	102
— La polarisation dans la radiation Röntgen secondaire	480
RADIO-ACTIFS. — Identité des rayons α issus des corps radio-actifs	958
RADIUM. — Effets du radium sur l'organisme	113
— Sur le spectre de la radiation lumineuse spontanée du radium	253
— La production de l'hélium aux dépens du bromure de radium	352
— Les colorations des pierres précieuses sous l'action du radium	400
— Effet des hautes températures sur l'émanation du radium	432
— Sur la distribution du radium dans la croûte terrestre et sur la chaleur interne de la Terre	675
— Effet du radium facilitant la décharge électrique visible dans le vide	722
— Sur la distribution du radium dans la croûte terrestre	875
— L'action de l'émanation du radium sur le corps humain	920
— L'action du radium et d'autres sels sur la gélatine	1040
RAGE. — La rage et les chiens errants	681
RAIES. — La décomposition magnétique des raies du spectre et l'intensité du champ	483
RAILS. — L'usure et le remplacement des rails de tramways	257
RAYONS. — Sur le rendement en rayons X du tube de Crookes suivant les conditions de son excitation	53
— Les rayons N	58
— Sur la polarisation des rayons Röntgen	802
— Déviation électrostatique des rayons α du radio-tellure	916
— Production de rayons secondaires par les rayons α du polonium	916
— Identité des rayons α issus des corps radio-actifs	958
— Sur les rayons dits anodiques	1092
RAYONNEMENT. — Une nouvelle méthode pour déter-	

miner la loi selon laquelle le rayonnement du disque solaire diminue du centre au bord . . .	303	SAVOIE. — Les glaciers de la Savoie . . .	401
RAYONNEMENT. — Les effets chimiques des rayonnements à ondes courtes sur les corps gazeux . . .	919	SAVON. — Observations sur les pellicules de savon noires et grises . . .	431
— L'électrisation par rayonnement et l'émission d'ondes rapides par les corps à la température ordinaire . . .	1028	SCARLATINE. — La contagiosité de la scarlatine et sa prophylaxie . . .	807
REACTION. — Causes de la réaction de Vosges et Proskauer pour certaines bactéries . . .	479	SCIENCE. — La valeur de la Science . . .	613
— Sur la nature de la réaction de précipitation . . .	484	SEISMOLOGIE. — Les progrès récents de la Séismologie . . .	577
REFLEXION. — Déduction des équations fondamentales de la réflexion métallique dans la théorie de Cauchy . . .	56	SÉLÉNITE. — L'effet photo-électrique du sélénium . . .	879
— La réflexion métallique et l'influence de la couche de transition . . .	430	SELS. — Etude générale des sels. 1 ^{re} partie : Sels binaires . . .	475
REFRACTION. — La double réfraction artificielle due à la distribution anisotropique . . .	430	SENSIBILITÉ. — Les voies de la sensibilité douloureuse et calorifique dans la moelle . . .	680
— Théorie de la réfraction astronomique . . .	765	SÉRUM. — Le sérum antidyssentérique . . .	261
— Indices de réfraction de l'eau et de l'eau de mer . . .	1090	— Spécificité des substances opsoniques dans le sérum sanguin . . .	576
RÉGÉNÉRATION. — Un cas de régénération très curieux chez un ver polychète du genre <i>Potamilla</i> . . .	394	— Sur les propriétés d'un sérum antityphoïde obtenu avec une chèvre . . .	576
REINS. — Manuel des maladies des reins et des capsules surrénales . . .	341	SERVICE. — Le Service de l'Agriculture dans les colonies . . .	333
— Action des extraits pituitaires sur le rein . . .	676	SEXE. — Sur la détermination des sexes chez les Hydantes . . .	916
RÉSEAUX. — Nouveaux moulages de réseaux de Rowland . . .	251	SEXUELLE. — La question sexuelle exposée aux adultes cultivés . . .	571
RÉSISTANCE. — Résistance, inductance et capacité . . .	95	SIGNAUX. — La transmission des signaux sur mer en temps de brouillard . . .	534
— Boîte pour la mesure de la résistance des électrolytes . . .	619	SILICE. — Sur la fonction de la silice dans la nutrition des céréales . . .	529
— Sur la résistance des fluides . . .	621	SIMPLON. — La base géodésique du Simplon . . .	350
— Une méthode pour mesurer la résistance électrique des arbres vivants . . .	679	— La traction électrique sur le chemin de fer du Simplon . . .	398
— La résistance et la façon de se comporter des matériaux ductiles sous des tractions combinées . . .	1040	SOCIÉTÉ. — Les médailles de la Société Royale de Londres . . .	957
RÉSONANCE. — Etude de la résonance des systèmes d'antennes . . .	570	SOLDAT. — Etat sanitaire et habitation du soldat . . .	728
RESPIRATION. — La respiration des plantes vertes. Théorie biochimique et théorie de la zymase . . .	783	SOLE. — Développement de la sole. Introduction à l'étude de la pisciculture marine . . .	387
RESPONSABILITÉ. — La responsabilité. Etude de sociobiologie et de médecine légale . . .	757	SOLEIL. — Eclipse totale de Soleil du 30 août 1905 . . .	35
REVUE. — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie : Philosophie zoologique. Cytologie générale . . .	34	— Sur la radiation de la couronne et du disque solaire . . .	56
— 2 ^e partie : Morphogénie générale. Zoologie spéciale . . .	83	— La grande tache du Soleil . . .	162
— Revue annuelle de Chimie minérale . . .	191	— Mouvement propre du Soleil . . .	581
— Revue annuelle d'Astronomie . . .	277	— Pour l'histoire des hypothèses sur la nature des taches du Soleil . . .	734
— Revue annuelle de Chimie physiologique. 1 ^{re} partie : Matières protéiques, aliments, diastases, digestion . . .	326	— Influence du Soleil sur les volcans. Les crépuscules colorés . . .	806
— 2 ^e partie : Tissus, échanges nutritifs, sang, urine . . .	376	SOLUTION. — La conductibilité électrique de solutions diluées d'acide sulfurique . . .	103
— Revue annuelle d'Embryologie . . .	456	— Sur certaines propriétés physiques et chimiques des solutions de chloroforme et d'autres anesthésiques . . .	103
— Revue annuelle de Physiologie . . .	650	— La détermination des pressions osmotiques des solutions par la mesure de leurs pressions de vapeur . . .	206
— Revue annuelle d'Hygiène. 1 ^{re} partie : Les maladies transmissibles. Hygiène urbaine . . .	820	— Relation entre la pression osmotique et la tension de vapeur dans une solution concentrée . . .	431
— 2 ^e partie : Hygiène industrielle . . .	865	— Sur la dimension des ions et ses rapports avec les propriétés physiques des solutions aqueuses . . .	480
— Revue annuelle de Chimie organique . . .	911	— La pression osmotique des solutions de non-électrolytes en rapport avec les déviations des lois des gaz parfaits . . .	483
— Revue annuelle de Médecine . . .	982	— Sur les pressions osmotiques de quelques solutions aqueuses concentrées . . .	840
— Revue annuelle d'Anatomie . . .	1062	— Etude des processus qui se passent dans les solutions. Influence des sels et des non-électrolytes sur l'action osmotique des acides . . .	1039
RHIN. — La mise en valeur et l'utilisation économique du Rhin . . .	1059	SOMMEIL. — Les lieux et le sommeil . . .	814
RIVIÈRES DU SUD. — Les rivières du Sud et le Fouta-Diallon. Géographie physique et civilisations indigènes . . .	475	SORBONNE. — A la Sorbonne: le premier cours de Mme Curie . . .	961
RUSSIE. — La Russie au XVIII ^e siècle . . .	1084	SOUDAN. — Le Soudan égyptien et son nouveau chemin de fer . . .	681
S			
SACCHARIFICATION. — L'amidon et sa saccharification diastasique . . .	860	SOUPAPES. — Construction et emploi de soupapes oscillantes pour rectifier les courants électriques de haute fréquence . . .	432
SANG. — Les catalases du sang . . .	160	SOUS-MARINS. — Les conditions de stabilité des sous-marins . . .	675
— Sur le rapport entre l'hémolyse et la phagocytose des cellules rouges du sang . . .	577	SPECTRE. — Sur le spectre de la radiation lumineuse spontanée du radium . . .	253
— Sur la viscosité du sang . . .	935	— Atlas des spectres d'émission des éléments . . .	292
SAN-THOMÉ. — Une Mission scientifique à San-Thomé . . .	629	— Sur quelques étoiles possédant un spectre particulier . . .	722
SAPIN. — Le domaine et la vie du Sapin (<i>Abies pectinata</i> D. C.), principalement dans la région lyonnaise . . .	661	— Déterminations des longueurs d'onde des spectres de la chromosphère et de la couronne . . .	838
SAPONIFICATION. — Méthode pour déterminer les vitesses de saponification . . .	955	SPECTROGRAPHIE. — Etude de la chromosphère avec un spectrographe à fente circulaire . . .	841
SARDINE. — La sardine au Maroc . . .	401	SPECTROHÉLIOGRAPHE. — A propos du spectrohéliographe . . .	305
SARGASSES. — La faune pélagique des Invertébrés. La mer des Sargasses et sa faune . . .	351	SPECTRO-RÉFRACTOMÈTRE. — Le spectro-réfractomètre à liquides . . .	392
SATELLITES. — Sur la figure et la stabilité d'un satellite liquide . . .	480		
— Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908 . . .	1043		

SPECTROSCOPE. — Un spectroscope binoculaire à ré- seau	486	TRAINS. — Nouvel appareil pour signaler l'arrivée des trains dans les gares	1046
SPECTROSCOPIE. — Spectroscopy	486	TRAMWAYS. — L'usure et le remplacement des rails de tramways	257
SPHÈRE. — La sphère magique	765	TRYPANOSOMA. — Sur la <i>Glossina palpalis</i> dans ses rapports avec le <i>Trypanosoma gambiense</i> et d'autres trypanosomes	955
SPONDYLOSE. — La spondylose rhizomérique	716	TSE-TSE. — La carte de la Tse-tse en Afrique	261
STATIQUE. — Les sources des théories physiques: les origines de la Statique	244	TUBE. — Sur le rendement en rayons X du tube de Crookes suivant les conditions de son excitation — Nouveau tube de Crookes à régulateur automa- tique	53 720
STÉRILISATION. — Quelques nouvelles applications de l'ozone à la stérilisation des eaux potables et in- dustrielles	488	TUBERCULOSE. — L'émigration des campagnes vers les villes et la tuberculose	113
STOVAÏNE. — Les propriétés pharmacodynamiques et thérapeutiques de la stovaïne	514	— Possibilité de déterminer la présence ou l'absence d'une infection tuberculeuse d'après l'examen du sang et des fluides tissulaires d'un malade	158
SUCRE. — L'application du sucre aux besoins de l'in- dustrie	440	— Le lait des vaches tuberculeuses	164
— Une source de perte dans la fabrication du sucre	487	— La tuberculose et les influences professionnelles. — Danger du lait bouilli de vaches tuberculeuses	164 261
SURFACE. — Sur une surface gauche tordue du sixième ordre et du genre zéro dans l'espace qua- dridimensionnel	55	— Le bilan de la tuberculose au Congrès de 1905	561
— Contribution à la connaissance de la surface de van der Waals	304	— La répartition de la tuberculose dans les maisons de Paris pendant l'année 1905	880
SURRÉNALES. — Manuel des maladies des reins et des capsules surrénales	341	— L'hérédité de la tuberculose	950
SYNAPSIS. — Phénomène de synapsis chez les Am- phibiens	620	TUMEURS. — Recherches sur la cytologie des tumeurs malignes	345
SYPHILIS. — Sur la syphilis des femmes honnêtes	915	— Les tumeurs de l'encéphale	1035
SYSTÈMES. — Sur les systèmes triplement indéter- minés et sur les systèmes triple-orthogonaux	948	TUNGSTÈNE. — Les petits métaux: Titane, Tungstène, Molybdène	521
T		TUNIS. — Les relations commerciales entre Tombou- ctou et Tunis	628
TACHE. — La grande tache du Soleil	162	TUNISIE. — L'évolution de la Tunisie	139
— La périodicité des taches solaires	300	TURBINES. — Les nouveaux navires à turbines de la Compagnie Cunard	2
— Perturbations magnétiques et taches solaires	398	— Bau der Dampfturbinen	519
— Pour l'histoire des hypothèses sur la nature des taches du Soleil	754	U	
TECHNIQUE. — Technique physique de Frick	665	UNIVERSITÉ. — Personnel universitaire, 7, 213, 441, 585,	880
TELEGRAPHIE. — La télégraphie sans fil	94	— L'enseignement pédagogique à l'Université de Paris	62
— Nouvelle méthode de télégraphie sans fil	919	— L'Assemblée générale de l'Université de Paris	213
— Le système de télégraphie rapide Pollak-Virag	1088	— Conseil de l'Université de Paris	441
TELEPHONE. — Phénomène remarquable observé dans les bureaux téléphoniques centraux	307	— L'Université de Paris	537
TELEPHONIE. — Recherche expérimentale sur la possi- bilité de la téléphonie double à l'aide de sons discontinus	483	— Bibliothèques universitaires	922
TEMPÉRATURE. — Marche annuelle de la température	438	URANUS. — L'aplatissement d'Uranus	765
— La mesure de températures très basses	802	URINES. — Rôle des urines typiques dans la propa- gation de la fièvre typhoïde	960
— Les gradients de température interne des ma- tières communes	879	USINE. — L'usine électrique de 100.000 chevaux de Saint-Denis	259
— Sur l'opalescence des fluides près de la tempé- rature critique	945	— Les expériences d'un directeur d'usine. La pratique de la fabrication des couleurs d'aniline	872
— Sur la façon dont certaines substances se com- portent à leur température critique	1039	V	
TEMPS. — La prévision du temps	350	VAISSEAUX. — Un dispositif pour la direction à distance des vaisseaux et des ballons	351
TENSION. — La tension diélectrique des pellicules minces de liquide	722	VANADIUM. — Le vanadium	95
TERCEIRA. — Memoria sobre a ilha Terceira	1034	VECTEURS. — La distribution des vecteurs polydimen- sionaux	676
TERRE. — Le retour à la terre et la surproduction in- dustrielle	295	VÉGÉTATION. — Etudes chimiques sur la végétation	571
— Comment se pose actuellement la question des terres rares	703	VERTÈBRES. — Les vertèbres de surface	263
THÉORIE. — Introduction à la théorie des fonctions (2 ^e partie)	611	VÊSUE. — Analyse des cendres du Vésuve	844
— Réflexions sur la théorie cinétique des gaz	720	— L'éruption du Vésuve en avril 1906. 1 ^{re} partie: Les épanchements de lave et les phénomènes explosifs	881
— Thermodynamique. — Les équations d'état dans leurs rapports avec la Thermodynamique	351	— 2 ^e partie: Les fumeroles et les produits de l'érup- tion	923
— Thermodynamique. Introduction à l'étude des ma- chines thermiques	712	VIBRATIONS. — Les vibrations latérales des barreaux soumis à des forces dans la direction de leur axe	481
— Thermodynamique	948	VIE. — Vorlesungen über die Dynamik der Lebens- erscheinungen	1034
THERMOMÉTRIE. — Recherches sur l'échelle thermomé- trique de Kew et ses rapports avec l'échelle inter- nationale à hydrogène	916	VINAIGRE. — La fabrication domestique du vinaigre de vin	813
THORIANTE. — Une variété de thorianite de Galle Ceylan	721	— Le vinaigre	919
TICS. — Tics	98	VINS. — Les maladies microbiennes des vins blancs d'origine champenoise	790, 843, 920
— Les tics et le sommeil	844	— La machine à inoculer les vins de Champagne de E. Bourgeois	807
TISSU. — Contribution à l'étude du tissu lymphoïde des Ichthyopsides	340	VISCOSITÉ. — La viscosité dans ses rapports avec la constitution chimique	271
TIANE. — Les petits métaux: Titane, Tungstène, Molybdène	521	— Recherches sur la viscosité de la farine et du pain et les moyens de la prévenir	434
TODAS. — Rapport sur la psychologie et la sociologie des Todas et d'autres tribus indiennes	300	— Sur le coefficient de traction visqueuse et son rap- port avec le coefficient de viscosité	530
TOMBOUCTOU. — Les relations commerciales entre Tombouctou et Tunis	628	— Sur la viscosité du sang	955
TORVILLE. — La protection des navires de guerre contre les mines et les torpilles	80		
TRACTION. — La traction électrique sur le chemin de fer du Simplon	398		

VITESSES. — Vitesses radiales	350
VOLCANS. — Influence du Soleil sur les volcans. Les crépuscules colorés.	806
VOYAGEURS. — Voyageurs et explorateurs provençaux.	873

W

WELWITSCHIA. — Quelques observations sur les <i>Welwitschia mirabilis</i>	153
---	-----

Y

YALTA. — Le district de Yalta	246
YTTERBIUM. — Le spectre ultra-violet de l'ytterbium.	1090

Z

ZOOLOGIE. — Revue annuelle de Zoologie. 1 ^{re} partie : Philosophie zoologique. Cytologie générale.	34
— 2 ^e partie : Morphogénie générale. Zoologie spéciale.	83

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS¹

A

Abelous (J.-E.), 51, 102, 204, 344, 345, 625.
 Abraham (H.), 137, 478, 673.
 Achaline (P.), 574, 618.
 Achard (Ch.), 102, 341, 669, 670, 719, 760, 1038.
 Adam (Paul), 251.
 Adami (J.-G.), 954.
 Adamkiewicz (A.), 953.
 Adler, 527, 618, 838.
 Agamennone (G.), 208.
 Alblum (C.-G.), 347.
 Aimé (P.), 838.
 Alberti (L.), 580.
 Albert-Lévy, 154.
 Albert-Weil (E.), 527.
 Alcock (H.-N.), 253, 761.
 Alexander (J.), 301.
 Alexandrescu (C.), 575.
 Alezais, 392, 529, 719.
 Allaire (E.), 758.
 Alliaume, 670.
 Almansi (G.), 804.
 Alquier (L.), 101, 954.
 Amagat (E.-H.), 157, 205, 245, 248, 525, 616, 670, 673, 719.
 Amar (J.), 389, 428.
 Amer (P.), 156.
 Ammann (L.), 574.
 Amos (A.), 254.
 Ancel (P.), 155, 203, 1038.
 Andouard (P.), 156, 298.
 André (Ch.), 1036.
 André (D.), 296.
 André (G.), 153, 155, 428, 1086.
 Andrasch (R.), 1042.
 Andrew (G.-W.), 433, 1041.
 Angel (A.), 346.
 Angeli (A.), 55, 208, 804.
 Angelico (F.), 53.
 Angelucci (O.), 804.
 Anglade, 672.
 Ans (D.), 622.
 Anthony (R.), 203, 671.
 Apfelbeck (V.), 431.
 Argand (E.), 296, 342, 390, 429, 478, 524.
 Arloing (S.), 617, 670.
 Armagnat (H.), 150, 619.
 Armaignac, 101, 355.
 Armaingaud, 618.
 Armand-Deville (P.), 52.
 Armes (H.-P.), 395, 956.
 Armit (H.-W.), 432.
 Armstrong (H.-E.), 915, 1039.
 Aroo (B.), 804.
 Arnold (G.), 620.
 Arrhenius (S.), 484.
 Arrivant, 800.
 Arrivaud (G.), 914, 952.
 Arsonval (A. d'), 524, 852.
 Arthaud (G.), 573, 1036.
 Arthus (M.), 529, 719, 799.

Artom (A.), 804.
 Arzela (C.), 531.
 Aschoff (L.), 955.
 Astruc (A.), 912.
 Astruc (H.), 949.
 Athias (M.), 718.
 Atkinson (E.-F.-J.), 158, 1091.
 Aubertin (Ch.), 298.
 Aubineau (E.), 52.
 Aubry (E.), 156.
 Auché (A.), 1039.
 Auché (B.), 760.
 Audebert, 527.
 Auer von Welsbach, 580.
 Anger (V.), 525, 574, 1085.
 Auld (S.-J.-M.), 255, 761.
 Auric, 100.
 Austin (P.-C.), 956.
 Auttonne (Leon), 519, 573, 611, 998.
 Auwers, 255.
 Aynaud (M.), 669, 719, 760.
 Aytrignac (J.), 390, 391, 525.

B

Backman (L.), 101.
 Baeyer (O. von), 255.
 Bagard (P.), 253, 524.
 Bailey (G.-H.), 55.
 Bailhache (G.), 390.
 Baillaud (B.), 296.
 Bailly (Edm.), 342.
 Bain (A.-W.), 761.
 Bain (J.-W.), 622.
 Bakhuizen (H.-G. van de Sande), 108, 160.
 Balbiano (L.), 55.
 Baldwin (J.-M.), 207, 1040.
 Ball (L. de), 1042.
 Balland, 1086.
 Balsing, 102.
 Balthazard (V.), 250, 390, 759.
 Baly (E.-C.-C.), 46, 301, 433, 530, 578.
 Bamberger (M.), 1042.
 Banachiewicz (T.), 296.
 Barber (M.), 532.
 Barbero (G.), 804.
 Barbieri (G.-A.), 804.
 Barbieri (N.-A.), 389.
 Barbieri (C.), 55.
 Bard (L.), 51, 52.
 Bargellini (G.), 208, 532, 804.
 Barker (G.), 54, 301, 761.
 Barker (J.-T.), 840.
 Barker (Th.-V.), 482.
 Barkla (C.-G.), 346, 480.
 Barlow (W.), 1040.
 Barral (E.), 47.
 Barret (G.), 575.
 Barriol (A.), 149.
 Barthe (L.), 102.
 Bartholomew (J.-G.), 715.
 Bashford (E.-F.), 158, 874.
 Bassett J., 1000, 1039.
 Bataillon (E.), 616, 671.
 Bateson (W.), 300.
 Battelli (A.), 531, 804.
 Battelli (F.), 50, 154, 298, 526, 575.
 Battin (J.-W.), 622.
 Baubigny (H.), 99, 297, 389, 429, 998.
 Baudeuf (Mme), 1085.
 Baudran (G.), 342, 800.
 Bauer (Dr), 1087.
 Bauer (E.), 430, 478.
 Bauer (H.), 343.
 Baumhauer, 434.
 Bausenwein (E.), 107.
 Baxandall (F.-E.), 722.
 Bayer (G.), 1043.
 Baylac (J.), 250, 575.
 Bayliss (J.-S.), 157.
 Beaujard (E.), 1087.
 Beauverie (J.), 428, 670, 1037, 1085, 1087.
 Becke (F.), 256, 1041.
 Beck von Mannagetta (G.), 159.
 Becquerel (H.), 218.
 Becquerel (J.), 389, 428, 525, 1036, 1085, 1086.
 Becquerel (P.), 390, 670, 1086.
 Béhal (A.), 206, 300.
 Behn (L.), 763, 876.
 Belibay (G.-T.), 675.
 Béis (C.), 874.
 Belot (Em.), 153.
 Beltzer Francis-G., 666.
 Bemmelien (W. van), 1043.
 Benischke (G.), 385.
 Benjamin (H.), 759.
 Bennodorf (H.), 435, 624.
 Bennett (H.-G.), 395, 876.
 Berger (Dr), 999.
 Berger (E.), 50, 53, 156, 393.
 Jergerson (J.), 617.
 Berget (A.), 525.
 Bergonié (J.), 528, 613, 1086.
 Bergouignan (P.), 97.
 Berghthell (C.), 840.
 Berkeley Comte de, 206, 840.
 Berlemont (G.), 573, 720.
 Bernard (A.), 758.
 Bernard (E.), 672.
 Bernard (L.), 1038.
 Bernard (N.), 100.
 Bernstein (F.), 1086.
 Bernstein (S.), 296.
 Berthelot (D.), 299, 575, 674.
 Berthelot (M.), 99, 203, 204, 206, 296, 617, 669, 758, 914, 998.
 Berthier (A.), 797.
 Berthiaux (L.), 948.
 Bertin (E.), 952.
 Bertrand (G.), 99, 206, 251, 800, 1036, 1085, 1086.
 Bertrand (L.), 51.
 Bertrand (P.), 617.
 Besson, 342, 670.
 Besson (L.), 998.
 Bianchi (L.), 296, 953.
 Bignon von Czudnochowski (W.), 580.
 Bienaymé (A.-F.-A.), 296.
 Bier (F.), 804.
 Biernacki, 299.
 Bierry (H.), 344, 527, 575, 619, 670, 718, 800, 837, 1038.
 Biétreix (Eugène), 387.
 Bigart, 1038.
 Bigourdan (G.), 57, 343, 428, 836, 874.
 Biguand (R.), 758.
 Billard (G.), 618, 672, 954.
 Billet (A.), 344, 529, 719, 1039.
 Billitzer (J.), 1042.
 Binet (A.), 756, 997.

¹ Les noms imprimés en caractères gras sont ceux des auteurs des articles originaux.

Les chiffres gras reportent à ces articles.

- Binet du Jassouneix. 206, 300, 616, 758, 1083.
 Biard R., 1036.
 Bischoffsheim R., 525.
 Blaauw A.-A., 348.
 Blackman Ph., 158, 723.
 Blackman V.-H., 346.
 Blackmann F.-P., 675.
 Blaise E.-E., 153, 249, 252, 253, 324, 669, 836.
 Blanc A., 804.
 Blanc G., 50, 203, 478, 524, 529, 669.
 Blanc G.-A., 531.
 Blanc J., 837, 1037.
 Blanchard R., 204, 671, 717.
 Blanco P.-Antonio, 519.
 Blanksma J.-J., 304, 1044.
 Blaringhem L., 670, 759.
 Blayac J., 759.
 Bloch A.-M., 527.
 Bloch L., 298, 758.
 Bloch de Lyon, 479.
Blochmann R., 80 à 83.
 Blondel A., 478, 669.
 Blount B., 1041.
 Bloxam W.-P., 876.
 Blum G., 390.
 Blyther D.-F., 1000.
 Bochet H., 478.
 Bochet L., 478.
 Boeck H.-E., 676.
 Bockwinkel H.-B.-A., 304.
 Bocquet, 248.
 Bodin E., 247, 668.
 Bodroux F., 203, 248.
 Boernstein R., 801.
 Boggio T., 343.
 Bohm R., 1041.
 Bohn G., 52, 100, 345, 391, 834, 1038, 1087.
 Boidin A., 914.
 Boigey (Dr), 1086.
 Boinet, 671, 719.
 Bois D., 50.
 Boizard G.), 524, 673.
 Bolk L., 436.
 Bolton Ch., 529, 721.
 Boltzmann L., 874.
 Bone W.-A., 207, 433, 1041.
 Bongiovanni A., 55.
 Bonnet (A.), 203.
 Bonnet (Ed.), 428.
 Bonnier G., 50, 1086.
 Bonnier P., 156, 203.
 Borchardt L., 255.
 Bordes F., 342, 373, 616, 952.
 Bordes L., 298, 342, 524, 719, 1039.
 Borel F., 101, 249.
 Borgo A., 804.
 Borland W.-D., 395.
 Borrel A., 156, 204, 345, 759.
 Boriolotti E., 804.
 Bose F.-J.), 297, 391, 526, 527.
Bouasse H., 477 à 491.
 Bouchacout L., 452.
 Bouchard Ch., 290, 759.
 Boudouard A., 206.
 Boudouard G., 669, 675.
 Bougaunt J.), 297, 393, 669, 675, 837.
 Bouin P., 155, 203, 1033.
 Boulaire, 999.
 Boulanger A., 46, 50, 245, 248, 291.
 Boulanger Em., 153.
 Boullouire, 934.
 Boulouch R., 478, 670.
 Bouloud, 155, 250, 575, 760, 836, 914, 952, 1085.
 Bouniol J.-P.), 297, 344.
 Bouquet E., 248.
 Bouquet de la Grye, 153.
 Bourz de Bozas, 426.
 Bourgeois (R.), 874.
 Bourget (H.), 373, 758.
 Bourgoin P.), 259.
 Bourlet C., 616.
 Bouquelot (Em.), 456, 345, 999, 1038.
 Bousfield W.-R., 480.
 Boussac J.), 155.
 Boussinesq J.), 296, 342.
 Boulroux (P.), 296.
 Bouty (E.), 392, 574, 616.
Bouvalet L., 207, 524, 911 à 917.
Bouvier E.-L., 100, 263 à 271,
313, 354 à 362, 389, 479, 490 à
500, 845 à 860.
 Bowack (D.-A.), 54.
 Bowen J.-L.), 876.
 Bowen W.-H.), 874.
 Bowman J.-H.), 301.
 Bowman R.-S.), 255.
 Royer (Jacques), 338, 951.
 Boys (M.-C.-V.), 206.
 Branca (A.), 949.
 Brauco, 840.
 Brandeis R., 528, 672.
 Branly Ed., 952, 998.
 Branson (H.-W.), 1091.
 Brau, 343, 954.
 Braun (Mlle B.), 801.
 Bréal E.), 428.
 Bréaudat L.), 574.
 Bresson (Henri), 994.
 Breton M.), 249, 342.
 Breuil P.), 617, 836.
 Brezina Mlle P., 396.
 Bréard-Ducourneau, 479.
 Bréridé J.), 156.
 Briggs H.-V.), 840.
 Brillouin (Marcel), 293, 428, 874.
 Brindeau A., 204, 250.
 Briner E., 573, 617.
 Briot (A.), 529, 749.
 Brissaud E.), 1087.
 Brissmoret A., 155, 204, 300, 391, 1038.
 Brizi N.), 532.
 Broca (André), 203, 248, 573, 616, 1084.
 Brocq-Rousseau, 573.
 Broek E. van den, 524.
 Bronswich T.-J.F.), 675.
 Brouardet P.), 758, 759, 837.
 Brouwer L.-E.-J., 670, 801, 1043.
 Brown A.-J.), 104.
 Brown J.-L.), 301.
 Brown H.-T.), 433.
 Brückner C.), 107, 434, 801.
 Bruckner J.), 528, 573, 618, 619, 672.
 Bruckner K.), 459.
 Brumpt E.), 204, 618, 760, 837.
 Brunel L.), 99.
 Brunet Louis, 106, 408, 396, 435, 474, 532, 580, 713, 764, 801, 872, 1000, 1034, 1043.
 Brunes B.), 248, 520, 611.
 Brunhes J.), 574.
 Bruni G.), 55, 804.
 Brunner K.), 1042.
 Bruon, 249.
 Brunswick-Le-Bihan, 204.
 Bruntz L., 345, 528, 838, 1088.
 Budin P.), 617.
 Buhl A.), 478, 758, 874.
 Buisson A., 800.
 Buisson H., 389, 428, 674, 758.
 Bulloch W.), 576.
 Bunzl L.), 396.
 Burck (W.), 436, 1044.
 Burdon-Sanderson (Sir John), 203.
 Burgess C.-H.), 301.
 Burnett (Et.), 204, 250, 345, 526.
 Burnham E.-F.), 395.
 Burnside W.), 430.
 Busch H.), 1042.
 Busquet H.), 718, 760.
C
 Cadot, 999.
 Caffart, 759.
 Caldwell B.-J.), 1039.
 Callenlar H.-L.), 301.
 Calmette (A.), 249, 342, 525, 616, 833, 837, 1085, 1087.
 Calot (F.), 247.
 Calvé J.), 837.
 Cambier, 525.
 Campbell A.), 207, 578, 875.
 Camus J.), 101.
 Camus L., 153, 153, 156, 204, 250, 479, 837, 999.
 Cane (J.-C.), 459.
 Cantacuzine (J.), 391, 760, 838.
 Capellini G.), 298.
 Capitain L., 249.
 Caratheodory (C.), 99.
 Cardot J.), 249.
 Carlson (A.-J.), 250.
 Carrol (P.), 156, 527, 528, 836, 874, 999, 1038.
 Carpiot (C.), 207.
 Carrasco (C.), 208, 804.
 Carré H.), 429.
 Carré P.), 671.
 Carrel (A.), 51, 101, 298, 344, 345, 391, 526, 618, 718, 954, 1087.
 Carrus (S.), 670.
 Cartaud G.), 669, 671.
 Cartier P.), 618.
 Caspari W.-A.), 105.
 Cassie W.), 304.
 Castaigne J.), 205, 341.
 Castellana V.), 208.
 Castelnovo (G.), 531.
 Castex (A.), 344.
 Cathoire, 296, 298, 619, 772, 964.
Cautley M., 31 à 15, 52, 83 à 93,
207, 834, 934, 996.
 Caussade G.), 760.
 Caustier E.), 63, 262, 716, 961.
 Cavalieri, 52, 528, 1037.
 Cavalier J.), 428, 585.
 Cayeux (L.), 249, 343, 428.
 Cazalhou L.), 874.
 Cazes E.), 153.
 Cépède (C.), 100, 101, 204.
 Cerletti N.), 804.
 Cermak P.), 764.
 Cerné, 1087.
 Cernovodanu Mlle P.), 391, 528, 760, 837.
 Cesari (L.), 298.
 Chablay E.), 153, 717, 1036.
 Chabrie (C.), 246, 759, 998.
 Chadwick L.), 255.
 Chadwick (S.), 105.
 Chaîne (J.), 52, 102.
 Chaobrelent, 390.
 Champassain (de), 344.
 Chantemesse A.), 101, 249, 759, 953.
 Chapman (D.-L.), 105, 255, 301.
 Chapmann H.-G.), 915.
 Chappellier A.), 297.
 Charabot (Eug.), 389.
 Charrin A.), 248, 296, 297, 278, 389, 617, 671, 760.
 Chassagoy, 619.
 Chassevant A.), 528.
 Chassy A.), 758.
 Chatenay, 672.
 Chattaway F.-D.), 104, 254, 304.
 Chatton (Ed.), 1086.
 Chaudier J.), 154.
 Chaudard A.), 101, 759, 999.
 Chaumet, 203.
 Chautard J.), 1085.
 Chauveau (A.), 99, 478, 525, 670.
 Chauvel, 155, 671, 717, 1086.
 Chauvenet, 99.
 Chavanne (G.), 429, 671, 1085.
 Chavassien, 1086, 1087.
 Checchia-Rispoli (G.), 55.
 Chella (S.), 208.
 Chéneveau (C.), 392, 669.
 Chéreau F.), 524.
 Chevalier M.), 342, 428.
 Chevallier A.), 153, 155.
 Chevrel F.), 51.
 Chikashige M.), 347.
 Chiray M.), 203.
 Chistoni C.), 208, 331.
 Choifard P.), 1036.
 Chollet, 419.
 Chree (C.), 301, 577, 1090.

Chrétien (P.), 313, 616, 617.
 Christiani, 671.
 Chubb (G.-C.), 394.
 Chudeau (R.), 155, 156, 296, 758.
 Chuit, 102.
 Chvolson (O.-D.), 245.
 Ciaccio (C.), 51, 156, 297, 391, 526.
 Ciogiolani (M.), 208.
 Cirera (le P. R.), 99, 479, 1036.
 Cira (A.), 619.
 Ciua (M.), 760.
 Ciua (R.), 55.
 Clairin (J.), 99, 428, 953, 1036.
 Clarke (L.), 433.
 Clarke (R.-W.-L.), 1091.
 Claude (A.), 836.
 Claude (C.), 52, 428, 616, 952, 1088.
 Clausmann, 296.
 Clausmann (P.), 430.
 Clay (J.), 802.
 Clayton (A.), 723.
Clerget (P.), 414, 165, 295, 309, 353, 401, 441, 629, 681, 728, 767, 808, 1005, 1059 à 1061.
 Clerici (E.), 208.
 Clerk (D.), 577.
 Clough (G.-W.), 482.
 Coates (J.-E.), 579.
 Cofignier (Ch.), 675.
 Cognetti de Martini (L.), 801.
 Cohen (J.-B.), 158, 395, 956.
 Cohen (M.), 56.
 Cohendy (M.), 298, 390, 391, 528.
 Colardaud (E.), 450, 570, 1033.
 Colin (Ed.-L.), 525, 573.
 Colin (Léon), 297.
 Colles (W.-M.), 762.
 Collet (L.-W.), 478.
 Collin (R.), 102, 156, 528, 719, 838.
 Collins (S.-H.), 622.
 Colomba (L.), 532.
 Colson (Alb.), 50, 248, 251, 620.
 Combe (P. H.), 670.
 Combes (R.), 1038.
 Comte (A.), 1036.
 Comte (C.), 526, 954.
 Conduché, 300.
 Conder, 618.
 Conrad (V.), 1041.
 Conroy (J.-T.), 1041.
 Cootard (A.), 804.
 Cooke (W.-T.), 431.
 Cooper (W.-R.), 301.
 Copaux (H.), 102, 299.
Cordier (J.-A.), 290 à 295, 920.
 Cordier (V. von), 624.
 Cornet (J.), 343.
 Cornil, 1037.
 Corset, 102.
 Constantin (J.), 670.
 Coste (M.), 1036.
 Cotte (J.), 996.
 Cotton (A.), 154, 234, 299, 672, 1088.
 Coulomb (R.), 341.
 Couperot (E.), 837.
 Coupin (H.), 101, 390.
 Courmont (P.), 838.
 Courtade (D.), 398, 545, 837.
 Courtel (H.), 342.
 Cousin (H.), 718.
 Cousin (P.), 1085.
Costet (E.), 599 à 603.
 Couteaud, 479, 671.
 Coutière (H.), 390.
 Coutural (L.), 198.
 Couvreur (E.), 1038, 1086.
 Cowell (P.-H.), 670.
 Cowles (R.-E.), 876.
 Coyne (P.), 52, 528, 760, 1037.
 Craw (J.-A.), 432.
 Crowley (C.-W.-S.), 346.
 Cremen (V.), 1085.
 Crendiroupolo (M.), 156, 250.
 Crichton (D.-C.), 621.
 Cristeanu (C.), 528, 575, 618, 619, 672.
 Croft (W.-B.), 481.
 Crommelin (C.-A.), 802.
Croncau (A.), 310 à 321.

Crookes (S.-L.), 159.
 Crookes (Sir William), 248, 1090.
 Crosland (P.-F.), 1000.
 Crossley (A.-W.), 158, 433, 579, 1000.
 Cruetel, 672.
 Cuenot (G.), 389.
 Cuenot (L.), 452, 341, 838, 1035, 1088.
 Cumming (A.-C.), 839.
Cureau (Ad.), 362 à 376, 410 à 411.
 Curie (M^{me} S.), 203.
 Curie (P.), 429, 669.
 Curtel, 249.
 Curtis (F.), 618.
 Curtis (M.), 526, 672.
 Czuber (E.), 474.

D

Dakin (H.-D.), 956.
 Dale (H. G.), 621.
 Dalous (E.), 1000.
 Dangeard (P.), 342.
 Daniloff (E. de), 246.
 Danjou (Em.), 156, 1038.
 Danneel (H.), 150.
 Danyss (J. fils), 759.
 Darboux (G.), 51, 996.
 Darenberg (G.), 618.
 Darwin (F.), 206.
 Darwin (Sir G. H.), 480.
 Darzens (G.), 155, 343, 720.
 Daubiesky von Sterneck (R.), 108, 764.
 Dautriche, 953.
 Dautwitz (F.), 801.
 Davies (H.), 621, 722.
 Davis (O. Ch. M.), 54, 482, 1000.
 Davis (W. A.), 849.
 Dawson (H. M.), 1000.
 Debalos (E.), 526.
 Deberne (A.), 157, 296.
 Debove, 341.
 Debnik (A.), 676.
 Defant (Alb.), 532.
 Deffandre (M^{me} Cl.), 836, 874.
 Delahut, 453.
 Dehn (F.-B.), 1091.
 Deinhardt (K.), 997.
 Delacroix (G.), 836.
 Delage (Y.), 100, 1085.
 Delamare (G.), 298.
 Delanoë (M.), 526.
 Delanoë (R.), 526.
 Délearde (A.), 525.
 Delebecque (A.), 953.
 Delépine (M.), 50, 53, 342, 430, 620, 669.
 Delezenne (C.), 154, 156, 250, 672.
 Delezenne (G.), 51.
 Demanche (R.), 1038.
 Dember (H.), 764.
 Demenge (Emile), 425, 951.
 Dementitroux (M.), 952.
 Demole (E.), 617.
 Demolis (Ed.), 94, 149, 385, 424, 754.
 Demoussy (E.), 429.
 Denham (H. G.), 105.
 Denier, 343.
 Deniker (J.), 523.
 Denison (R. B.), 103, 621.
 Depéret (Ch.), 342, 389.
 Deprat, 100, 154, 999.
 Desbouis (G.), 760.
 Desfosses (P.), 452, 247, 1035.
 Desgrez (A.), 206, 390, 391, 525, 617.
 Deslandres (H.), 389, 390, 478, 758.
 Devaux-Charbonnel, 429, 524, 717, 758.
 Dévé (F.), 618, 837, 1087.
 Dewar (Sir J.), 103.
 Dhéré (Ch.), 102, 618, 718, 1038.
 Dibdin (W.-J.), 483.
 Diener (C.), 532.
Dienert (F.), 248, 428, 524, 574, 603 à 610, 836.
 Dieulafoy, 525.
 Dines (W.-H.), 393.
 Dinner, 727.
 Dionneau (R.), 153.

Ditte (Alfred), 475.
 Divers (Ed.), 54, 104.
 Dixon (A. E.), 579.
 Dixon (H. B.), 347, 433.
 Boelter (C.), 532, 801.
 Doht (R.), 159, 396, 1092.
 Doll, 149.
 Dollot (Aug.), 834.
 Donau (J.), 107.
 Done (E.), 1091.
 Donnan (F. G.), 840.
 Dopler (Ch.), 51, 249, 295, 298, 344.
 Dor (L.), 101.
 Dorlencourt, 717.
 Dorssen (W. van), 56, 803.
 Dorsten (W. van), 160.
 Doumer (Paul), 714.
 Doumergue, 670.
 Douthé (Ed.), 294, 949.
 Douville (H.), 759.
 Doyon (M.), 51, 204, 390, 391, 525, 526, 527, 528, 760, 953, 954, 1087.
 Dreaper (W. P.), 394, 676.
 Dreyfus, 718, 1087.
 Drienecourt (L.), 836.
 Drugmann (J.), 434, 621, 1041.
 Drygalski (E. von), 623.
 Drzewina (M^{me} A.), 204, 340.
 Dubard (M.), 524.
 Dubois (A.), 50, 156, 248, 297, 428, 616, 670, 800.
 Dubois (Ch.), 391, 838, 1087.
 Dubois (R.), 1087.
 Dubuscu (O.), 297, 573, 618.
 Dubreuil (G.), 102, 156.
 Duceschi (V.), 532.
 Duclaux (J.), 800, 836.
 Duddell (W.), 530.
 Dufan (E.), 719.
 Duget, 953.
Duhem (P.), 8 à 17, 64 à 73, 203, 244, 248, 296, 342, 389, 769 à 782, 809 à 817, 836, 1036, 1086.
 Dulac (H.), 206.
 Dumont (J.), 204, 758.
 Dunlop (H.), 579.
 Dunstan, 54.
 Dunstan (A. E.), 395, 433, 956.
 Dunstan (W. R.), 721, 761.
 Dupond (R.), 476.
 Dupuis (P.), 800.
 Durand-Gréville (E.), 150.
 Durante (G.), 672.
 Duret (H.), 1035.
 Durrant (R. G.), 54, 1040.
 Dussaud (F.), 874.
 Duval (H.), 203.
 Duval (Mathias), 912.
 Duvelshauvers-Dery (V.), 385, 910.
Dybowsky (J.), 153 à 156.
 Dyke (G. B.), 433.
 Dyson (F. W.), 838.

E

Eberhard (G.), 622.
 Eberhardt (Ph.), 248.
 Ebert (W.), 758.
 Ebnar (von), 624.
 Eccles (W.-H.), 722.
 Edmunds (A.), 916.
 Egnitis (D.), 203.
 Ehlers, 574.
 Ehrenfest (P.), 106.
 Ehrenfest (M^{me} T.), 435.
 Eichler (K.), 764.
 Eiffel (G.), 149.
 Eisler (B.), 1041.
 Elder (H.-M.), 304.
 Elschuig (A.), 532.
 Embleton (M^{me} A.-L.), 620.
 Embley (E.-H.), 1090.
 Emile-Weil (P.), 1087.
 Engelmann, 840.
 Engels (P.), 530.
 Enklaar (C.-J.), 304.
 Fredia (F.), 531.

Esclançon (E.), 296, 342, 836, 1085.
 Esmein (Ch.), 527, 528, 575.
 Esposito (M.), 254.
 Esquirol (J.), 389.
 Estanave (E.), 953.
 Etard (A.), 1081.
 Evans (G.-H.), 715.
 Ewan Th.), 1091.
 Ewart (J.), 157.
 Evios A.-J.), 54, 301.
 Exner F.-M.), 801.
 Exner (S.), 106, 624.
 Eysbroek (C.), 1044.

F

Fabre P.), 617.
 Fabre-Domergue, 387, 573.
 Fabry (Ch.), 389, 674, 758.
 Fabry Eug., 429, 1085.
 Falding (F.-J.), 482.
 Falkner (E.-B.), 158.
 Farmer (J.-B.), 345.
 Farmer (R.-C.), 722, 956, 1040.
 Fatou P.), 296, 389, 952.
 Faugeron L.), 1038.
 Faure L.), 836.
 Fauré-Frémiet (E.), 51, 100, 101, 298, 344, 527, 575, 719, 1037, 1038, 1086, 1087.
 Fauvel P.), 250, 574, 617, 671, 760, 954.
 Favrel (G.), 252.
 Fawcitt (Ch.-T.), 1092.
 Fehr H.), 665, 725.
 Feilmann (E.), 106.
 Fejer (L.), 296, 1086.
 Feliciani (C.), 208.
 Féré (Ch.), 51, 101, 155, 204, 298, 344, 345, 391, 525, 526, 575, 618, 718, 719, 760, 837, 954, 1039.
 Fernbach (A.), 203, 573, 836, 1038.
 Fernet, 759.
 Ferré, 102.
 Ferry, 293.
 Féry (Ch.), 392, 914, 998.
 Féry (G.), 952.
 Fichet, 670.
 Ficker (F. von), 580.
 Fiessinger (N.), 528.
 Finger (E.), 107, 435.
 Fischer (E.-M.), 632.
 Fischer (K.-T.), 106.
 Fleming (J.-A.), 301, 432, 578, 762, 1090.
 Fleurent (E.), 154.
 Fleury (Maurice de), 51, 834.
 Foa (M^{lle} A.), 55.
 Foa (C.), 801.
 Fogry (M^{lle} D.), 1041.
 Fouchard (de), 574, 616, 717.
 Ford (J.-S.), 105.
 Ford S.-O.), 234.
 Fougere R. von), 395.
 Forel (A.), 571.
 Forest M.), 611.
 Forgeot (E.), 758.
 Forster (M.-A.), 301, 395, 433.
 Fortineau L.), 718.
 Fosse R.), 669, 671, 759, 999, 1085.
 Foster (E.-H.), 482.
 Foster (G.-W.-A.), 531.
 Fouard (E.), 389, 525.
 Foulerton (A.-G.-R.), 760.
 Fouquet (Ch.), 1036.
 Foureau F.), 755.
 Fournel (P.), 671, 800.
 Fournier, 102.
 Fournier (A.), 915, 1037.
 Fournier (E.), 669.
 Franca (C.), 718.
 Français (H.), 526, 718.
 Franchet (L.), 50, 99.
 Francis (F.-E.), 54, 158.
 Franck L.), 763.
 François (M.), 573.
 François-Franck (Ch.-A.), 527, 575, 718, 760, 837, 954, 1000.
 Franke (A.), 801.
 Frankl (E.), 580.

Frankland (P.-F.), 1091.
 Franz (J.), 763.
 Fraser Malcolm A.-C.), 386.
 Frazer (M^{lle} H.-C.-L.), 346.
 Frech (F.), 914.
Fredericq (Léon), 650 à 661.
 Fredey (L.), 296.
 Fredholm L.), 296.
 Frei (W.), 391.
 Frenkel, 300, 344.
 Freundler (P.), 204, 206, 251, 525, 998, 1085, 1089.
 Frew J.), 254.
 Fricke (H.), 763.
 Fried (W.), 1042.
 Friedberg (W.), 435.
 Friedel (G.), 478.
 Friedel (Jean), 521, 670.
 Friend J.-A.-N.), 621.
 Fritel (P.), 670.
 Fritsch (J.), 340, 425.
 Fritz (W.), 1042.
 Frobenius, 347, 876.
 Froeblich (A.), 764.
 Froin (G.), 51, 101, 156, 204, 345.
 Frouin A.), 619, 670, 760, 872.
 Fuchs (C.), 252.
 Furet (L.), 838.
 Fürth (A.), 1042.

G

Gaffarel Paul, 835.
 Gagnière L.), 1037.
 Gaiffe, 248.
 Gaillard (D^r J.), 670, 1087.
 Gaillard G.), 674.
 Gain (Edmond), 97, 294, 667.
 Gain (G.), 1036.
 Gair (C.-J.-D.), 105.
 Galeseco, 718, 760, 838.
 Gallard J.), 759, 800, 836.
 Galippe V.), 49.
 Gallard A.), 155.
 Gallard L.), 50.
 Gallaud J.), 670.
 Gallo G.), 208.
 Gambier, 263, 616, 669, 998.
 Gandillot M.), 836.
 Ganguli A.-C.), 104.
 Gann W.-T.), 666.
 Gardon V.), 526.
 Gariéff (W.), 837.
 Garnier L.), 345.
 Garnier M.), 101, 250, 526, 718, 954.
 Garrelon (L.), 101, 102.
 Garrett (F.-C.), 106.
 Garry H.-S.), 434.
 Gastine (G.), 573.
 Gatin-Gruzewska (M^{me} Z.), 525, 575, 837.
 Gaubert P.), 155, 429, 572, 1036.
 Gaudchou H.), 717.
 Gaudry (A.), 617.
 Gault (H.), 249, 252.
 Gaultier R.), 1038.
 Gauthier (Cl.), 204, 298.
 Gauthier (D.), 1036.
 Gauthier (Armand), 51, 100, 206, 249, 296, 343, 430, 617, 669, 670, 675, 914, 1038.
 Gauthier (C.), 298, 390, 391, 953, 954, 1038.
 Gautrelet J.), 52, 342, 392, 528, 672, 760.
 Gaver (van), 996.
 Gay (Jules), 994.
 Gehlhoff (G.), 764.
 Gehrcke (E.), 255, 763, 1092.
 Geiger H.), 623.
 Geikie (Sir A.), 206.
 Geitel (H.), 348.
 Geitler (J. von), 801.
 Geluo P.), 396, 1042.
 Gengou, 838.
 Gentes, 102.
 Gentil L.), 297, 390.
 Gérard (Eric), 338.
 Géraudel E.), 102, 672.
 Gerber (C.), 492, 1037, 1039.
 Gernez (D.), 616, 669.
 Gessard (C.), 342, 345, 1038.
 Geyer (G.), 435.
 Giacobini, 50, 836.
 Giaja, 344, 327, 575, 619, 800, 1038, 1039.
 Giambelli (G. Z.), 207.
 Gianfranceschi (G.), 55.
 Giar (A.), 836, 914, 953.
 Gifford J.-W.), 1090.
 Gilbert A.), 156, 298, 343, 391, 526, 527, 528, 575, 618, 672, 718, 837, 999, 1038.
 Gillis, 51.
 Gillot (V.), 1037.
 Giltay (J.-W.), 436, 483.
 Gineste (Ch.), 203, 527, 671, 760, 836.
 Giran (H.), 248.
 Girard (J.), 52.
 Girard (P.), 575, 670, 718.
 Glangeaud (Ph.), 96, 154, 155, 297, 342, 759.
 Gley (E.), 479, 912.
 Gmeiner, 611.
 Godbille (P.), 834.
 Godchot (M.), 50, 296, 342, 573.
 Gœbel (O.), 954.
 Goldenthal (M^{lle} K.), 1042.
 Golding (J.), 106, 762.
 Goldschmidt, 155.
 Goldschmidt (G.), 1042.
 Gompel (M.), 528, 1000, 1037, 1039.
 Gonnard (P.), 995.
 Goode J.-A.), 676.
 Goodrich (W.-F.), 474.
 Gould (J.), 621.
 Gorini C.), 532.
 Gosio (B.), 804.
 Gosselet (J.), 759.
 Gouin A.), 456, 298.
 Goupil, 297.
 Gouraud (F.-X.), 102.
 Gourdon (E.), 50, 758.
 Gouré de Villemontée, 231.
 Goursat (E.), 453, 389.
 Goy (A.), 525.
 Gradenwitz (Alfred), 3, 106, 112, 256, 292, 347, 348, 352, 396, 434, 489, 622, 621, 627, 638, 724, 763, 764, 765, 840, 876, 1092.
 Grafe (V.), 801.
 Graumont (A. de), 46, 292, 486.
 Grancher, 999.
 Grandeau (L.), 96.
 Granderye L.-M.), 386.
 Grand'Eury, 100, 998, 1036.
 Grandidier (G.), 342.
 Graux L.), 454, 248.
 Gravellat (H.), 52, 392, 760.
 Gravier Ch.), 248, 574, 670, 1085.
 Gray (A.), 431.
 Gray (A.-C.-H.), 955.
 Gray (Th.), 483.
 Green (A.-G.), 531, 1000.
 Greenhill (A.-G.), 431.
 Greenwood (M.), 481.
 Gréhan (N.), 51, 297, 345, 525, 717, 915, 954, 1037.
 Grin (D.-J.), 764.
 Grimbelt (L.), 250, 719, 873.
 Grimmel (G.-L.), 618, 718.
 Gross (F.), 345.
 Grossmann (H.), 395.
 Grossmann (J.), 483.
 Grunberger (E.), 107.
 Grund (A.), 435.
 Grunmach L.), 876.
 Grünwald F.), 994.
 Gruvel (A.), 670.
 Grynfelt (E.), 760.
 Grysez, 837, 1083, 1087.
 Guccia (G.-B.), 574, 669.
 Guéhard (A.), 251, 619, 674.
 Guédra (M.), 670.
 Guéguen (F.), 298, 528, 838, 954.
 Guéde (M^{lle} B.), 617.
 Guénio, 51.
 Guépin (A.), 429, 1085.
 Guerbet, 204, 298, 344.
 Guérin (C.), 525, 616.
 Guérin (P.), 153.

Guéronli (Gorges), 129 à 133.

Guérlinminetti, 100.
 Guéril (Jules), 873.
 Guichard (C.), 100, 203, 478, 948.
 Guichard (M.), 998.
 Guignard (L.), 99, 297, 914.
Guillaume (Ch.-Ed.), 17 à 20, 111.
 132, 299, 521, 615, 872, 878, 912, **937**
à 944.
 Guillaume (J.), 99, 100, 203, 248, 296,
 343, 474, 800, 836, 914, 953, 998, 1083.
 Guillemard (H.), 100, 717, 953.
 Guillemet, 718.
 Guillemot (H.), 1083, 1086.
 Guillet (L.), 526.
Guillet (L.), 478, 586 à 598, 630 à
641.
 Guilliermond (A.), 52, 428, 574, 618,
 1037.
 Guillon (J.-M.), 616.
 Guinchant (J.), 343.
 Guntz, 99, 248, 836.
 Guthrie (C.-C.), 51, 101, 298, 344, 345,
 391, 526, 618, 718, 954.
 Guthrie (J.-M.), 105.
 Gulsche (O.), 94.
 Gutton (C.), 154.
 Guye (C.-E.), 95, 390, 425.
Guye Philippe-A., 28 à 31, 151, 246,
 386, 666, 723, 874.
 Guyon (E.), 616.
 Guyon (F.), 298, 837.
 Guyot (Ev.), 429.
 Guyou (E.), 524.

H

Haager (J.), 396.
 Haaland, 156.
 Haas (P.), 254, 347, 433.
 Haberlandt (G.), 532.
 Hackford (J.-E.), 255.
 Hackspill (L.), 153, 759.
Hadamard (J.), 153, 906 à 909,
 1088.
 Haga (H.), 802.
 Haga (T.), 301.
 Hagenbach (A.), 292.
 Haid (R.), 532.
 Halbron (P.), 250, 719.
 Halden (Ch. Abder), 98.
 Hall (A.-D.), 254, 481, 529.
 Haller (A.), 204, 343, 430, 478, 616, 669,
 998, 1036.
 Hallhurton (W.-D.), 916.
 Hallion, 719.
 Hallopeau, 1037.
 Hallon (M. d'), 391, 526.
 Hamburger (H.-J.), 456, 484.
 Hamonet (J.-L.), 99, 154.
 Hamy (E.), 953.
 Hamy (Maurice), 299, 1033.
 Hancock (W.-C.), 723.
 Handlirsch (A.), 107.
 Hann (A.-C.-O.), 347, 1041.
 Hann (J.), 1092.
 Hannot, 51.
 Hantzsch (A.), 105.
 Harden (A.), 432, 479, 480, 916, 1091.
 Harriot (P.), 155, 1037.
 Harker (G.), 876.
 Harker (J.-A.), 394, 916.
 Harold (W.-A.), 675.
 Hart (W.-B.), 579.
 Hartley (E.-G.-J.), 206, 840.
 Hartley (H.), 346.
 Hartley (W.-N.), 1000.
 Hartmann (H.), 1035.
 Hartwig (Th.), 764.
 Haschek (E.), 764.
 Hasenhorst (F.), 1041.
 Haton de la Goupillière, 524, 525, 573.
 Hatt (Ph.), 248, 832.
 Haude (E.), 1033.
 Haug (E.), 343, 524, 998, 1083.
 Hauman (E.), 1084.
 Haury, 953.

Hauser (F.), 801.
 Haushalter (P.), 345, 719.
 Havelock (T.-H.), 430.
 Hawes (F.-B.-O.), 346.
 Hawthorne (J.), 433.
 Heape (W.), 675.
 Hebert (A.), 206, 671, 998.
 Heckel (Ed.), 100.
 Hedley (E.-P.), 482.
 Hedon (E.), 575.
 Heffler (L.), 585.
 Heim (A.), 296.
 Heitz (J.), 527, 837.
 Helbronner (P.), 203, 953.
 Helmer (W.), 763.
 Hemmelmayer (F. von), 159, 1042.
 Hemsalech (G.-A.), 99, 669.
 Hensley (W.-B.), 916.
 Henderson (E.-E.), 394.
 Henderson (G.-G.), 579.
 Henri (V.), 52, 153, 344, 391, 526, 528,
 575, 619, 670, 760, 837, 1000, 1037,
 1038, 1039, 1087.
 Henry (F.), 1092.
 Henry (A.), 347, 761.
 Henry (Ch.), 343.
 Henry (Louis), 154, 296, 478, 524, 671,
 717, 914.
 Henslock (H.), 955.
 Hepler (H.), 1042.
 Hepp (M.), 52.
 Hepperger (J. von), 764.
 Herbet (J.), 717, 755.
 Hergesell (H.), 616.
 Herissey (H.), 155, 760, 1037.
 Hermite (Ch.), 569.
 Herouard (E.), 574.
 Herring (P.-T.), 676, 1089.
 Herrmann (E.), 106.
 Herrmann (K.), 256.
 Herscher (M.), 345, 526, 837.
 Herwig (O.), 762.
 Hérubel (M.-A.), 342, 1086.
 Hervieux (Ch.), 391, 523.
 Herzog (J.), 764.
 Hess (A.), 106.
 Hess (F.), 580.
 Hesse (E.), 343.
 Hewitt (J.-E.), 105.
 Hewitt (J.-T.), 158, 254, 395, 722, 956.
 Hicks (W.-L.), 482.
 Hickel (R.), 256.
 Higson (M^{lle} A.), 956.
 Hildebrandsson (Hildebrand), 611.
 Hill (A.-E.), 433.
 Hill (E.-G.), 762.
 Hill Léonard, 481.
 Hillebrand (M^{me} S.), 624.
 Hills (J.-S.), 579.
 Himmelbauer (A.), 1041.
 Hinrichs (G.-D.), 513, 836, 952.
 Hiorns (A.-H.), 159, 723.
 Hiter, 426.
 Hoche (L.), 102, 1088.
 Hoek (P.-P.-C.), 304.
 Hoernes (Ph.), 624.
 Hoernes (R.), 1042.
 Hoff (J.-H. van'), 256, 347, 622, 876.
 Hofmann (R. von), 108.
 Höhnel (F. von), 532, 1042.
 Holtschek (J.), 801, 1092.
 Holland (Auguste), 95, 386, 475, 521,
 529, 673, 948, 995.
 Holleman (A.-F.), 108, 304, 1043, 1044.
 Holmes (J.), 1041.
 Holmes (W.-E.), 106.
 Holmgren (E.), 203.
 Hönigschmid (O.), 154, 159, 203, 580,
 759, 1041.
 Horne (W.-D.), 301.
 Hostelet (G.), 1033.
 Howard (C.), 617, 1085.
 Houllard (L.), 253, 669, 836.
 Howard (B.-F.), 105.
 Howard (D.), 235.
 Huber (P.-B.), 478.
 Huchard, 479.
 Hudson (O.-F.), 622.

Huet, 52.
Huet (P.), 847 à 820.
 Huff (W.-B.), 915.
 Huggins (M^{me}), 253.
 Huggins (Sir William), 253.
 Hugot (C.), 99.
 Hugouenac (L.), 100, 154, 389, 617,
 759, 995, 998, 1083.
 Huisinga (J.), 1044.
 Hull (G.-H.), 945.
 Humbert (C.), 296.
 Hurst (C.-G.), 394.
 Hurwitz (A.), 1085.
 Husnot (P.), 616, 1039.
 Hussion (Ed.), 291.
 Hutton (R.-S.), 1000.

I

Imbert (A.), 616, 758, 1037.
 Imbert (L.), 344, 529.
 Inglis (J.-K.-H.), 207, 347, 579.
 Irvine (J.-C.), 482, 621, 762.
 Isaac (M^{lle} Fl.), 254.
 Iscovesco (H.), 249, 250, 298, 344, 345,
 391, 527, 528, 575, 618, 718, 719, 837,
 954, 1000, 1037, 1038, 1087.
 Itallie L. van, 156, 160.

J

Jaccoud, 51, 1086.
 Jackson (C.-L.), 433.
 Jackson (H.), 621.
 Jacobesco (N.), 203.
 Jacobson (G.), 102.
 Jacques, 102.
 Jacques (P.), 1088.
 Jaeger (F.-M.), 108, 436, 483, 676.
 Jaeger (G.), 801.
 James (E.), 994.
 Jammes (L.), 249, 671, 758.
 Janet (C.), 524, 914.
 Janssen (J.), 573, 914.
 Jansschke (H.), 624.
 Jardry, 389, 617.
 Jaubert (G.-F.), 99, 389.
 Jaumann (G.), 107, 435.
 Javal (A.), 327, 618, 718, 838.
 Javal (E.), 612.
 Javillier (M.), 1085.
 Jendelise (P.), 156.
 Jeans (J.-H.), 102, 675.
 Jellinek (S.), 624.
 Jenisch (G.), 1042.
 Job (A.), 617.
 Johnston (J.), 839.
 Jolles (A.), 107.
 Jolly (J.), 391, 760, 837, 999, 1037.
 Joltrain, 760.
 Joly, 292.
 Jolyet (F.), 392.
 Jonier (J.), 156.
 Jones (H.-O.), 103, 254.
 Joseph (A.-F.), 433.
 Josias (A.), 51, 297, 671.
 Josué (O.), 298, 391, 573.
Joteyko (M^{lle} L.), 240 à 243.
 Jouquet, 390, 478.
 Joubin (L.), 616.
 Jourdowsky (E.), 429.
 Jourdy (E.), 800, 898.
 Jousset (A.), 618.
 Jowett (H.-A.-D.), 347.
 Jubel-Rénay (J.), 342.
 Julius (W.-H.), 56, 481.
 Julius (W.-J.), 303.
 Jumelle (H.), 100, 428.
 Jungfleisch (E.), 296, 342, 573.
 Jurie (A.), 249.

K

Kaas (C.), 532.
 Kaban (Z.), 1041.

- Kailan (A.), 580, 1041.
 Kapteyn (J.-C.), 348.
 Kapteyn W., 160, 302.
 Kareff (N.), 31, 325, 326, 327, 528, 953, 954.
 Karezl (R.), 1042.
 Kaufmann (J.), 525.
 Kaufmann (M.), 1036.
 Kaufmann W., 207.
 Kay F.-W., 394, 1040.
 Kayaloff (M^{lle}), 528.
 Kaye (J.), 1041.
 Kayser (E.), 151, 343, 739, 844.
 Keith (R.-D.), 577.
 Kellas (A.-M.), 760.
 Kelsch, 101, 155, 525, 717, 759, 915, 999, 1037.
 Kempe (A.-B.), 206.
 Kennard C.-P., 996.
 Kenyon (J.), 301.
 Kermorgant, 249, 390, 739, 953.
 Kidston (R.), 254.
 Kieffer (abbé J.-J.), 151.
 Kilian (W.), 202, 203, 294, 297, 914, 1082.
 Kinnersley H.-W., 810.
 Kirpal (A.), 435.
 Kitchin S., 1000.
 Killel (H.), 801.
 Klaptocz B., 159, 801.
 Klar (M.), 754.
 Klein, 253, 393, 622.
Kling A., 271 à 277.
 Klingatsch (A.), 1041.
 Klug (L.), 107.
 Klug R., 1032.
 Knoll (H.), 435.
 Koehler A., 385.
 Koehler R., 153, 296.
 Koenigsberger (J.), 1092.
 Koenigsberger (Léo), 46, 302, 876.
 Koepel (A.), 623.
 Kohl F., 107.
 Kohlbrugge J.-H.-F.A., 348.
 Kohlbrausch F., 424, 623, 801, 1042.
 Kohn G., 106.
 Kohn M., 801, 1041.
 Kohn-Abresit E., 297, 758.
 König J., 717.
 Konschegg A., 434.
 Korda (D.), 1088.
 Korn (A.), 154, 203, 296, 998, 1085.
 Korner G., 804.
 Kovessi F., 617.
 Kowalski (J. de), 478.
 Krasser A., 712.
 Krasser (F.), 256, 396.
 Kraus R., 107.
 Krebs A., 153.
 Kreis (A.), 580.
 Kremann (R.), 108, 624, 1092.
 Kren O., 107.
 Kreutz S., 434.
 Kubart, 1042.
 Kubart (B.), 1042.
 Kuckuch, 527.
 Kuiper (Taco), 532.
 Kunsler J., 102, 203, 250, 392, 527, 528, 671, 760, 836.
 Kurlbaum F., 763.
 Küss G., 1036.
- L**
- Laan (F.-H. van der), 108.
 Laar (J.-J. van), 160, 348, 483, 1043.
 Labbé (H.), 326, 838, 954, 999, 1083.
 Labbé L., 429.
 Labbé M., 49, 247, 295, 388, 913, 1083.
 Laborde (A.), 669.
 Lacassagne A., 574, 996.
 Lache I. G., 101, 102, 298, 391.
 Lapomme L., 294, 717, 800, 836.
Lacroix (A.), 50, 100, 343, 429, 479, 574, 671, 881 à 899, 923 à 936,
 996, 998, 999.
 Ladenburg (A.), 206.
 Ladenburg E., 623.
 Ladenburg (F.), 347.
 Lagriffoul (A.), 52, 837, 954, 1000.
Lagnesse (E.), 388, 760, 950, 1062 à 1079.
 Laignel-Lavastine, 250, 718, 954, 1000.
 Lainé E., 249, 574.
 Laisant (C.-A.), 198, 569, 665, 871.
 Lallemand (Ch.), 574.
 Laloue G., 389.
Lamarodie (G. de), 979 à 981.
 Lambert (M.), 51, 297.
 Lambert P., 669.
Lambling (E.), 326 à 337, 376 à 384.
 Lamothe (de), 524.
 Lamothe Marcel, 665, 754.
 Lampa (A.), 1041.
 Lamplough F.-E.-E., 1090.
 Lamy (H.), 154, 156, 391, 528, 575, 760.
 Lancereaux, 155, 671, 711.
 Landau E., 396, 764.
 Landolt, 256.
 Landouzy (L.), 344, 1083.
 Landrieu Ph., 297.
 Landsiedl A., 1042.
 Landssteiner (K.), 107, 435.
 Lane-Clayton M^{lle} J.-E., 576.
 Lanesau (J.-L. de), 291.
 Lang V. von, 435.
 Lang W.-R., 531.
 Langley (J.-N.), 838.
 Langley (S.-P.), 429.
Langlois (J.-P.), 52, 101, 102, 760, 820 à 832, 865 à 870.
 Lannelongue, 670.
 Langenberg (A.), 800.
 Lapicque (M^{lle} L.), 575, 618, 672.
 Lapicque (L.), 575, 618, 671, 718.
 Lapié Paul, 757, 835, 997.
 Laporte, 998.
 L'apparent A. de, 109, 671.
 Lapworth (A.), 54, 622, 1091.
 Lara, 153, 249.
 Larguier des Bancelis (J.), 738, 760.
 Larmor (J.), 206.
 Lattès (S.), 1036.
 Lauber (H.), 532.
 Laue M., 623.
 Laufer R., 671, 760, 838.
 Laulané F., 671.
Lannay (L. de), 96, 501 à 513, 517 à 561, 1036.
 Lannoy (L.), 1039.
 Laur Fr., 617.
 Laurent (O.), 204.
 Lauricella (G.), 531, 804.
 Laurie (D.-N.), 621.
 Laussedat (A.), 248, 616.
 Lavaux J., 998.
 Laveran (A.), 100, 344, 534, 670, 717, 953, 999, 1085, 1086.
 Lavergne (Gérard), 94, 424, 611, 713, 797, 832.
 Law (H.-D.), 761, 956.
 Lazennec L., 154, 203, 249, 429, 669, 952, 1089.
 Lazennec (J.), 428, 952.
 Lazzarini (G.), 208.
 Leach F.-P., 531.
 Lebeau (P.), 50, 154, 393, 874, 952.
 Lebesgue H., 309, 804.
 Lebeuf (A.), 994, 1080.
 Lebon (E.), 531, 754, 871.
 Le Bon (G.), 953.
 Lebrun, 250.
 Le Cadet (G.), 914.
 Lecaillon (A.), 344, 527, 760.
 Le Châtelier (H.), 157.
 Lecher E., 107, 396, 1042.
 Leclec du Sablon, 389, 999.
 Lecomte (H.), 389.
 Lecoq de Boisbaudran, 154.
 Le Coudray de la Forest, 51.
 Le Dantec (A.), 760.
 Le Dantec Félix, 427.
 Leduc A., 100, 154, 157, 720.
 Leduc E., 800.
 Leduc S., 156, 1037.
 Lee (G.-W.), 478.
 Lees (Ch.-H.), 675.
 Lees (F.-H.), 1000.
 Lefebvre P., 343.
 Lefebvre Ch., 345.
 Lefèvre (J.), 50, 203, 298, 390, 527, 800, 999.
 Legendre (R.), 99, 101, 298, 344, 718, 914.
 Léger E., 153, 251, 300, 758, 1085, 1089.
 Léger (L.), 297, 342, 343, 524, 573, 618.
 Lehmann (A.), 723.
 Lehmann (E.), 317, 623.
 Lehmann (O.), 623, 665.
 Leicester (J.), 301.
 Leithauser, 762.
 Lelievre (M.), 910, 948.
 Lemaire (H.), 391, 760, 1038.
 Lemoine (Dr), 525.
 Lemoine Em., 760.
 Lemoine (G.-H.), 526.
 Lemoine Paul, 521.
 Le Morvan (C.), 758.
 Lemoult (P.), 99, 573, 952, 999, 1036, 1085.
 Lendenfeld (H. von), 1042.
 Lenoble (E.), 52.
 Lenox-Conyngham (G.-P.), 1039.
 Leon (A.), 396, 1092.
 Leopold (G.-H.), 1044.
 Léopold-Lévi, 575, 618, 718, 719, 837, 954, 1087.
 Lépine (R.), 155, 250, 575, 760, 836, 914, 952, 1086.
 Le Play, 296.
 Lequeux, 719.
 Lerch (F. von), 107, 435.
 Lerch (M.), 100, 616.
 Lereboullet P., 528, 575, 672, 999.
 Le Renard, 953.
 Léri (André), 716.
 Leriche (Maurice), 6.
 Leriche (R.), 343, 429.
 Le Rossignol R., 255, 433, 621.
 Leroux (H.), 573.
 Le Roux J., 1036.
 Lery (G.), 429, 616.
 Lesage (L.), 669.
 Lesage (P.), 998.
 Lésér G., 50.
 Lesieur Ch., 344.
 Lesné, 718, 1087.
 Le Sourd (L.), 670, 760, 1087.
 Lespiau, 292.
 Le Sueur (H.-R.), 104.
Létienné (A.), 18, 341, 668, 982 à 993.
 Letulle (M.), 527, 953, 1085.
 Leturc (E.), 843, 1004.
 Levaditi C., 156, 204, 250, 524, 526, 837, 952, 1087.
 Levallois (F.), 759, 998.
 Levat (David), 475.
 Leveau, 998.
 Leven (G.), 575.
 Levi (B.), 531, 804.
 Levi E.-E., 804.
 Levi (G.), 55, 532.
 Lévi L., 527.
 Levi-Civita (T.), 55.
 Levi-Malvano M., 55.
 Lévy M^{lle} J., 719, 760.
 Lévy (L.-A.), 158, 616.
 Lévy R.-J., 428.
 Lévy S.J., 838.
 Lewin (L.), 669, 717.
 Lewis W.-H.), 254.
 Lezè (R.), 714.
 Lilienfeld (J.-E.), 623.
 Linden M^{lle} M. von, 99, 101.
 Lindet L., 206, 574.
 Linossier (G.), 526.
 Linsbauer (K.), 107.
 Lion (G.), 526, 718.
 Liouville (R.), 524.
 Lippmann A., 391, 575, 618.
 Lippmann G., 433, 800, 948.
 Litschauer (V.), 1042.

Littlebury (W.-O.), 104, 394, 956.
 Liverseege (J.-H.), 159.
 Livon (Ch.), 102, 719.
 Livon (J.), 1086.
 Lloyd (T.-H.), 483.
 Lobstein, 1036.
 Lockyer (Sir N.), 620, 722, 910, 1090.
 Lockyer (W.-J.-S.), 873.
 Loeb (J.), 1034.
 Lowry, 478, 952, 953, 998, 1085.
 Logeman (W.-H.), 916.
Loisel (G.), 51, 250, 456 à 473.
 Lomax (E.-L.), 106.
 Longo (B.), 532.
 Lop, 51.
 Lorand (A.), 575.
 Lorentz (H.-A.), 56, 160.
 Lorentz (L. von), 159, 435, 801.
 Lorentz (Richard), 1033.
 Loric (J.), 436, 484.
 Lorin (Henri), 798.
 Lortat-Jacob (L.), 391, 954, 999.
 Lortet, 390.
 Lory (P.), 204.
Loth (Gaston), 439 à 448.
 Lott (F.-E.), 723.
 Louis (H.), 105.
 Louise (E.), 528, 1038.
 Lowell (P.), 206.
 Lowry (Th.-M.), 394, 579.
 Lubimenko (W.), 617, 717, 914, 933, 1037.
 Lucien (M.), 102.
 Lugeou (M.), 429, 478, 524.
 Lugol (P.), 137.
 Lulliet (M.), 248.
Lumière (Auguste), 434 à 439, 451, 391.
Lumière (Louis), 434 à 439, 451, 391.
 Lyle, 207.
 Lyons (H.-G.), 675.
 Lypellowski (L.), 1042.

M

Macallum (A.-B.), 253, 675.
 Mac Candlish (D.), 395.
 Mac Connan (J.), 956.
 Macewen (W.), 840.
 Macfadyen (Allan), 576.
 Mach (E.), 764.
 Machat (F.), 522.
 Machat (J.), 387, 475, 571, 715, 799, 835, 873, 913, 1035.
 Maché (H.), 107.
 Mackenzie (Al.), 347, 482.
 Maclaud, 477, 799.
 MacLaurin (R.-C.), 102, 430.
 Magini (R.), 208, 531.
 Magoe (H.), 1036.
 Magnus, 256.
 Magri (G.), 208.
 Magri (L.), 804.
 Magson (T.-H.), 579.
 Maige, 153.
Mailhe (A.), 494 à 497, 248, 297, 617.
Mailhard (L.-C.), 445 à 449, 248, 528, 529, 873, 999, 1038, 1087.
 Maillet (Ed.), 248, 390, 524, 670, 1085.
 Mainville (O.), 669.
 Maire (M.), 155, 252.
 Maisonnave (J.), 101.
 Majewski, 204.
 Makower (W.), 432.
 Malassez (L.), 50, 389, 429.
 Malitano (G.), 574, 617, 758, 837.
 Mallié (H.), 528.
 Mameli (E.), 55, 208, 804.
 Manca (G.), 344.
 Mancau (E.), 297, 343, 759, 841.
 Mancini (Ernesto), 55, 208, 532, 804.
 Mandout (H.), 249, 345.
 Mangin (L.), 1037.
 Mann (E.-A.), 105, 876, 1091.
 Manning (R.-J.), 331.

Manouélian (Y.), 156, 250, 1037, 1087.
 Mansion (J.), 249, 250.
 Manson (Sir Patrick), 613.
 Mantel (P.), 390.
 Manuelli (A.), 804.
 Manville (O.), 573.
Maquenne (L.), 151, 451, 524, 571, 617, 860 à 865, 1082.
 Marage, 428, 1037, 1088.
 Marais de Beauchamp (P.), 759.
 Marceau (F.), 345, 374, 800.
 March (F.), 204.
 Marchand (L.), 344.
 Marchetti (G.), 804.
 Marchis (L.), 46, 712, 1081.
 Marchoux, 953.
 Marcolongo (R.), 531.
 Marconi (G.), 578.
 Marenzeller (E. von), 396, 434.
 Marie (A.), 52.
Marie (C.), 475, 746 à 753, 948.
 Marie (Pierre), 525, 716.
 Marinese (G.), 525, 618, 1037.
 Marino (F.), 250.
 Marrou (N.), 481.
 Marqués (H.), 758.
 Marquis (R.), 343.
 Marsden (E.-G.), 530.
 Marsh (J.-E.), 54, 675.
 Marshall (A.) 621.
 Martel (Dr.), 525.
 Martel (E.-A.), 51, 297, 524, 617, 914.
 Martelli (A.), 532.
 Martens, 255.
 Martin (A.), 758.
 Martin (A.-J.), 525, 671.
 Martin (G.), 156, 526, 760.
 Martin (H.), 999.
 Martin (K.), 348.
 Martin (L.), 953, 1087.
 Martinet (A.), 523, 572.
 Martonne (E. de), 670.
 Mascart (E.), 454.
 Masson (J.-E.), 105, 574.
 Masson (P.), 913.
 Massoulier (P.), 758.
 Mathias (E.), 47, 296.
 Mathia (C.), 954, 1087.
 Matiegka (H.), 624.
 Matignon (C.), 99, 153, 203, 248, 478, 573.
 Matthews (C.-G.), 723.
 Matza (A.), 250, 719, 837.
 Maubant (E.), 100, 203.
 Manguin (Ch.), 874, 914.
 Maurain (Ch.), 99, 428.
 Maurel (E.), 391, 526, 527, 528, 575, 719, 760, 913, 954, 1087.
 Mauriceau-Beaupré (P.), 154, 573.
 Manté, 51.
 Mauthner (J.), 435, 532.
 Mayer (André), 454, 156, 345, 391, 528, 575, 718, 760, 914, 999, 1037, 1038, 1087.
 Mayet, 400.
Maze (P.), 247, 783 à 790.
 Mazzelle (Ed.), 256.
 Mazzara (G.), 804.
 Mazzucchelli (A.), 804.
 Mech (H.), 999.
 Medinger (P.), 256.
 Mees (Ch.-E.-K.), 482.
 Méguin (P.), 101.
 Meige (H.), 98, 202, 477, 716.
 Meillère (G.), 249, 837.
 Meissner (F.), 624.
 Meitner (E.), 1041.
 Meitner (Mlle L.), 435.
Meldner (G.), 1028 à 1031.
 Meldola (R.), 433, 621, 956.
 Meline (Jules), 295.
 Mendeleeff (D.-J.), 206.
 Menschutkin (N.), 762.
 Menten (M.-L.), 253.
 Mercadier (E.), 307.
 Mercanton (P.-L.), 717.
 Mercier (L.), 343, 528, 719, 760.
 Merlin (E.), 153.
 Mermel, 429.

Merriman (H.-J.), 723.
 Merriam (R.-W.), 54.
 Merlens (Fr.), 106, 256, 347, 764, 1092.
 Meslin (G.), 50, 478, 670.
Mesnil (F.), 34 à 45, 83 à 93, 427, 526, 670, 478.
 Messel (R.), 633.
 Mestrezat (E.), 760.
 Mestrezat (W.), 758.
 Metchnikoff (S.), 345.
Metchnikoff (E.), 479, 899 à 906.
 Metz (H.-A.), 762.
 Meunier (P.), 953.
 Meunier (S.), 390, 429.
Meunier (J.), 511 à 518.
 Meyer (Ed.), 800.
 Meyer (F.), 800.
 Meyer (H.), 107, 435, 1042, 1092.
 Meyer (M. Wilhelm), 152.
 Meyer (R.), 665.
 Meyer (S.), 396, 580, 764, 800.
 Michel-Lévy, 343.
 Michotte (F.), 94, 424.
 Mickelthwait (Mlle F.-M.-G.), 158, 531, 723, 956.
 Middel (P.), 348.
 Miers (H.-A.), 254.
 Mieth (A.), 669, 717.
 Miksch (K.), 764.
Milhaud (G.), 73 à 80, 951.
 Millar (E.-Th.), 104.
 Miller (N.-H.-J.), 481.
 Millochau (G.), 389, 390, 429, 617, 670, 717, 914, 952, 998.
 Millosevich (E.), 55, 207, 531.
 Millosevich (F.), 532.
Milne (J.), 577, 696 à 703.
 Minchin (E.-A.), 955.
 Minckiewicz (R.), 1085.
 Minea (J.), 619, 1037.
 Minguin (J.), 616.
 Minckiewicz (R.), 1036.
 Minunni (G.), 55, 208.
 Mioni (G.), 297.
 Miramon (A.-G.-Y.), 872.
 Mirande (M.), 874.
 Miroesco (Th.), 838.
 Mitchell (H.-V.), 105, 158, 722.
 Mitchell (P.-C.), 675.
 Mobius, 396.
 Moderui (P.), 532.
 Moir (J.), 159, 482, 622, 1000.
 Moissan (H.), 50, 154, 206, 248, 343, 580.
 Moitessier (J.), 298.
 Molisch (H.), 624.
 Mollard (J.), 616.
 Mollard (M.), 400.
 Monaco (Al. de), 342.
 Mongour (Ch.), 250.
 Monier-Vinard, 760, 1037.
 Monier-Williams (G.-W.), 255.
 Monod (Ch.), 1037.
 Montemartini (L.), 208.
 Montessus de Ballore (F.), 717.
 Monti (V.), 208, 532.
 Monziols (R.), 101.
 Moodie (Mlle A.-M.), 762.
 Moody (G.), 481.
 Moog (R.), 100, 717, 953.
 Moore (B.), 103, 104.
 Moore (J.-E.-S.), 345, 620.
 Moore (R.-W.), 723.
 Morache (Cr. G.), 757.
 Moreau (G.), 99, 248.
 Morel (A.), 51, 100, 204, 298, 390, 391, 525, 526, 527, 528, 617, 717, 760, 800, 836, 1086, 1087.
 Morel Kahn (H.), 670.
Moreux Abbé Th., 277 à 290, 962 à 979, 1003.
 Morgan (G.-T.), 158, 255, 530, 723, 956.
 Morrison (C.-G.-T.), 529.
 Moroff (Th.), 342.
 Morrow (J.), 481.
 Mortimer-Méret (Comte), 832.
 Moscoso (F.-E.), 575.
 Mossa (A.), 48, 574.
 Motais, 390.

Motet (A.), 51, 525, 1086.
 Mott (F.-W.), 916.
 Mott (H.-W.), 577.
 Motz, 204.
 Mout Jones, 521.
 Mougout (A.), 527, 672.
 Moulin (H.), 674.
 Moulin (M.), 1085.
 Mouneyrat (A.), 429, 478, 527, 529, 669.
 Mounreux (Th.), 153.
 Mourou (Ch.), 53, 100, 154, 203, 206,
 218, 428, 429, 525, 576, 669, 758, 952,
 1036, 1089.
 Moussu (G.), 760, 837.
 Moutier (A.), 297.
 Moutier (F.), 528, 1038, 1087.
 Mouton (H.), 154, 156, 250, 672, 714, 1088.
 Mozotto (Domenico), 94.
 Muir (J.), 431.
 Muller (F.), 1044.
 Muller (J.-A.), 669.
 Muller (P.-Th.), 252, 624, 1034.
 Muller (W.-J.), 1092.
 Müller-Breslau, 876.
 Munon (P.), 51, 391, 954.
 Muntz (A.), 249, 574, 836.
 Muratet (L.), 528, 616, 672.
 Murmann (E.), 532.
 Murray (J.-A.), 458, 874.
 Musil (Alfred), 519.
 Muskens (L.-J.-J.), 160.

N

Nabelek (F.), 1042.
 Nageotte (J.), 344, 526, 527, 1038.
 Nalepa (A.), 107.
 Nance (J.-T.), 579.
 Nansouty (Max de), 570.
 Nasini (R.), 532.
 Nattan-Larrier (L.), 101, 204, 250, 672.
 Neesen (F.), 302.
 Nègre (L.), 102.
 Negreano (D.), 759.
 Négris (Ph.), 154, 203, 998, 1086.
 Neogi (P.), 1000.
 Nepper, 156, 298.
 Nerst (W.), 580.
 Nerst (W.), 623.
 Nestle, 149.
 Nestler (A.), 435.
 Netter (A.), 250, 760.
 Neurath (G.), 764.
 Neustaedter (V.), 801.
 Neuville (H.), 342, 671.
 Neville (A.), 54, 104, 347, 4041.
 Niclot, 101.
 Nicloux (M.), 154, 156, 203, 204, 250,
 297, 298, 300, 526, 672, 915, 1039, 1087.
 Nicloux (N.), 432, 619.
 Niclardot (P.), 95, 393.
 Nicolas (E.), 204, 837.
 Nicolas (J.), 394.
 Nicolle (Ch.), 204, 297, 298, 526, 619,
 672, 954.
 Nielsen (N.), 207, 804.
 Niessl (G. von), 107.
 Nieuwenhuis (M^{me} M.), 804.
 Niewenglowski, 796.
 Niven (Sir W. D.), 620.
 Noble (Sir A.), 876.
 Noc (F.), 573.
 Nodon (A.), 50.
 Noël (G.), 208.
Noëlting (E.), 402, 414 à 423.
 Nogier, 389.
Nordmann (Ch.), 100, 312, 412 à
453, 581.
 Norman (G.-M.), 159.
 Nouguier (A.), 385.
 Nyland (A.-A.), 56.

O

Obermayer (F.), 256.
 Obrecht (A.), 914.

Ocagne (M. d'), 478, 616.
 Oddo (G.), 208.
 Odin (G.), 914.
 O'Donoghue (J.-G.), 1041.
 Oechsner de Coninck (W.), 99, 296, 998.
 Ofner (R.), 107.
 Olivier (Louis), 47, 612.
 Ollivier (H.), 300, 574.
 Onnes (H.-K.), 802.
 Orcharson (J.-O.), 158.
 Orlando (L.), 531.
 Orlich (Ernest), 832.
 Ormerod (E.), 762, 915.
 Orstein (L. S.), 304.
 O'Shaughnessy (F.-R.), 840.
 O'Shaughnessy (J.-R.), 433.
 Osmond (F.), 669, 671.
 Ottolenghi (D.), 208.
 Oudemans (J.-A.-C.), 1043.
 Oudin, 671.
 Ouvrard (L.), 50, 203, 800.

P

Picaut (M.), 248, 249, 298, 345.
 Pacinotti (A.), 208.
 Pacottet (P.), 249, 296.
 Padé (H.), 50.
 Padoa (M.), 55, 532.
 Padova (M.), 804.
 Padova (R.), 717.
 Pagniez (Ph.), 101, 670, 760, 1087.
 Pailla (E.), 801.
 Panichi (U.), 208.
 Pannekoek (A.), 801, 1043.
 Pannelli (M.), 804.
 Pantanelli (E.), 532, 804.
 Papiu (L.), 837.
 Paraf (G.), 950.
 Paris (A.), 672.
 Pariset, 156, 250, 391.
 Parisot (J.), 719.
 Parnicke (A.), 797.
 Parona (C.), 532.
 Pascal (E.), 804.
 Pastureau, 1086.
 Patein (G.), 250, 298, 344, 526, 1038.
 Paton, 718.
 Palou (J.), 1080.
 Patouillard (N.), 155.
 Patterson (T.-S.), 254, 1041.
 Pauksch (J.), 435.
 Paul (M.), 252.
 Paultet (V.), 429.
 Pauli (W.), 764.
 Paulsen (Adam), 723.
 Pavanini (G.), 531.
 Peano (G.), 207.
 Pearl (Raymond), 393.
 Pearson (H.-H.-W.), 158.
 Pécaud, 156.
 Pêcheux (H.), 297, 836.
 Pécol (A.), 154.
 Peghion (V.), 55, 208, 804.
 Pégu (G.), 297, 344, 391, 527, 618, 838,
 1038, 1087.
 Pélabon (H.), 154, 525, 800.
 Pellat (H.), 50, 616.
 Pellerin (G.), 755.
 Pellet (M.), 800.
 Pellini (G.), 804.
 Pelourde (F.), 342.
 Pelsenner (P.), 343.
 Penaud, 1086.
 Perard (J.), 759.
 Perdrix (L.), 759.
 Pérez (Ch.), 528, 672, 1039.
 Perissé (R.), 712.
 Perkin (A.-G.), 301, 482, 531, 762.
 Perkin (F.-M.), 676.
 Perkin (W.-H. sen.), 481.
 Perkin (W.-H. jun.), 54, 105, 391, 433,
 482, 530, 531, 621, 1040.
 Perman (E.-P.), 722.
 Pérot (A.), 296, 616, 998, 1089.
 Perotti (R.), 208, 532, 804.
 Perret (A.-H.), 51.
 Perrier (G.), 952.
 Perrier de la Bathie (H.), 428.
Perrot (Em.), 340, 872, 1007 à 1020.
 Perroy (Th.), 618.
 Perry (F.), 105.
 Perry (J.), 300.
 Pervinquier (L.), 834.
 Petavel (J.-E.), 54.
 Petersen (F.), 724.
 Petit (H.), 101.
 Petit (P.), 99, 206, 342.
 Petitjean (G.), 51, 156.
 Petresco (G.-Z.), 101.
 Petri (L.), 208, 532.
 Petrovitch (M.), 758.
 Pettit (A.), 52, 759.
 Peyron, 719.
 Pfander (L.), 764.
 Pfeiffer (W.), 340.
 Philip (J.-Ch.), 54.
 Philipp (H.), 395.
 Philipps (H.-A.), 723.
 Phillips (P.), 875.
 Pissalix (C.), 345.
 Pic (A.), 156.
 Picard (Em.), 428, 669, 910, 1036.
 Picard (L.), 758.
 Picha (M.), 1092.
 Pick (E.-P.), 256.
 Pick (G.), 107.
 Pickard (R. H.), 54, 104, 301, 394, 762,
 956.
 Picqué, 429.
 Pictou (N.), 433.
 Pieri (G.), 55, 208.
 Piéron (H.), 1037, 1038, 1087.
 Pierron (P.), 836.
 Piettre (M.), 50, 428, 573, 620, 1036.
 Pilleux, 205.
 Pilschikoff (N.), 616.
 Pinard (A.), 390.
 Pincherle (S.), 804.
 Pinoy (E.), 1087.
 Piola (F.), 804.
 Pi y Suñer (A.), 156.
 Pizon (Ant.), 249.
 Pizzetti (P.), 207.
 Plancher (G.), 208.
 Planck (M.), 622, 623.
 Platten (F.), 579.
 Plemelj (J.), 624.
 Plumier (L.), 250.
 Pochettino (A.), 207, 331, 804.
 Pockels (F.), 713.
 Pohl (R.), 256, 302.
 Poincaré (H.), 99, 569, 613, 720, 1032.
 Poirier (P.), 999.
 Polack (A.), 1037.
 Poll, 762.
 Pollak (A.), 1041.
 Pollak (J.), 107, 764.
 Pomeranz (G.), 532.
 Pompilian (M^{re}), 1085.
 Poncet (Ant.), 343, 429.
 Ponsot (A.), 669.
 Ponzio (G.), 804.
 Poole (M^{re} B.), 431.
 Pope (W.-J.), 482, 1040.
 Popovici-Bazosanu (A.), 204, 671, 672.
 Popper (R.), 435.
 Porcher (Ch.), 102, 391, 718, 760, 837,
 995.
 Porter (H.), 405.
 Portheim (L. R. von), 159, 801.
 Portier (P.), 250, 524, 798.
 Postma (O.), 304.
 Pouchet (G.), 51, 523.
 Pousson, 390.
 Power (F.-B.), 722.
 Poynting (J.-H.), 206.
 Pozerski (E.), 154, 156, 250, 672.
 Praetorius (A.), 580.
 Praxmarer (A.), 1042.
 Pre Denning (A. du), 955.
 Preiss (J.), 532.
 Prenant (A.), 572.
 Prévost (J.-L.), 102, 718.
 Prey (Ad.), 624.

Price (Th.-S.), 105, 1000.
 Prideaux (E.-B.-R.), 254.
 Priest (J.-H.), 479, 955.
 Pring (J.-N.), 1000.
 Probst (M.), 159.
 Proca (G.), 618.
 Procter (H.-R.), 106, 395, 876.
 Proust (R.), 1035.
 Prud'homme (M.), 53, 666.
 Prunier (Léon), 915.
 Prizbram (K.), 107, 396.
 Puccianti (L.), 55.
 Pulle (A.-A.), 304.
 Punnett (R.-C.), 300, 916.
 Purdie (Th.), 762.
 Puschl (P.-C.), 1042.
 Pusseuot, 616.
 Puxeddu (E.), 804.

Q

Quennessen (L.), 616, 620.
 Quidor (A.), 100, 155, 249, 953.
 Quillard (Ch.), 755.
 Quincke (G.), 875.
 Quiry, 204.

R

Rabaté (E.), 427.
 Rabaud (E.), 671.
 Radcliffe (L. G.), 347.
 Raffy (L.), 952, 1085.
 Railliet (A.), 344.
 Rajat (H.), 250, 297, 344, 391, 527, 618, 838, 1038, 1087.
 Rambaud, 248, 1085.
 Ramond (G.), 834.
 Ramond (L.), 51.
 Ramsay (Sir W.), 433.
 Ramsbottom (J.-E.), 105, 255.
 Ranc (A.), 999, 1038, 1087.
 Ranfaldi (F.), 804.
 Rause (de), 344.
 Rapiu, 718.
 Raspail (E.), 340.
 Rathery (F.), 391, 528, 585, 718.
 Raubin (Jules), 571.
 Rauter (Gustave), 199.
 Ravaut, 250.
 Raveau (C.), 299.
 Ray (P.-C.), 104, 301, 1000.
 Rayband (A.), 393.
 Rayleigh (Lord), 206, 620.
 Raymond (F.), 759.
 Rebel (H.), 425.
 Récamier (D.), 52.
 Reclus (P.), 953.
 Reekum (D.-A.-van), 436, 676.
 Regaud (Cl.), 837, 1027, 1038.
 Regelsperger (Gustave), 426, 756, 922, 1006, 1049.
 Regnard (P.), 798.
 Reichenheim (G.), 763, 1092.
 Reid (S.-T.), 158.
 Reina (J.), 55.
 Remeau (O.), 1038.
 Remlinger (P.), 52, 104, 391, 527, 619, 718, 1000, 1038.
 Rémondos (G.), 856.
 Remy (Louis), 248, 389, 1036.
 Renan (Henri), 2, 248, 758, 800, 1083.
 Renaud (J.), 102, 156, 343.
 Renaux (J.), 100.
 Rengade (E.), 525, 669, 952.
 Renier (A.), 345.
 Renon (L.), 391.
 Renou (J.), 401.
 Renouf (N.), 158, 1000.
 Renz (C.), 914, 998.
 Repossi (E.), 804.
 Retterer (Ed.), 101, 155, 456, 344, 348, 390, 391, 526, 618, 718, 760, 837.
 Révil (J.), 247, **614 à 619**, 1082.
 Révillod (J.), 154.
 Reynier (P.), 618, 999.

Reynolds (J.-E.), 51, 254.
 Reynolds (W.-C.), 676.
 Riey-Pailhade (J. de), 52, 1087.
 Rhead (E.-L.), 956.
 Ribadeau-Dumas, 101.
 Ribancourt (E. de), 797.
 Ribaut (H.), 344, 345.
 Ricci (G.), 55.
 Riccioli (G.), 208.
 Rieco, 874.
 Rich (M^{de} E.-M.), 531.
 Richard (J.), 524, 958.
 Richard-Chauvin, 479.
 Richards (A.-H.), 106.
 Richardson (F.-W.), 876.
 Richardson (O.-W.), 916.
 Richardson (M^{de} H.), 390.
 Riche (A.), 611.
 Richef (Ch.), 296, 344, 525, 618, 1087.
 Richon (L.), 156.
 Richter (O.), 256, 396.
 Rieffel, 718.
 Riegler (P.), 838.
 Riesz (F.), 998.
 Rieux, 52, 344.
 Righi (A.), 206, 804.
 Rimini (E.), 804.
 Riquier, 952.
 Ritz (W.), 758.
 Riva (A.), 101, 456, 298, 343, 391, 526, 618, 718.
 Riveran, 1086.
 Rivers (W.-H. R.), 300.
 Rivière (G.), 390.
 Riviere P., 528.
 Rivkind (M^{de} L.), 1086.
 Roaf (E.), 403, 104.
 Robert (H.), 719.
 Robert (M^{de} T.), 298, 526.
 Robertson (P.-W.), 433.
 Robertson (R.), 723.
 Robin (Alb.), 455, 1086.
 Robin (L.), 914.
 Robine R., 425.
 Robinson, 718.
 Robinson (H.-H.), 956.
 Robinson (R.), 105, 621, 952.
 Robyn (A.), 759.
 Roehard, 344.
 Roques (X.), 340, 426, 714, 949.
 Rodano (G.-A.), 208.
 Rodet (A.), 52, 526, 573, 800, 837.
 Rodet (J.), 95.
 Bodier (H.), 611.
 Rodinis (O.), 108.
 Rodriguez (L.), 575.
 Roderer, 248.
 Roger (H.), 101, 298, 391, 526, 718, 954.
 Rogers (A.), 207.
 Rogers (L.), 346.
 Rogerson (H.), 433, 579.
 Rohan-Chabot (J. de), 154.
 Rollet de l'Isle, 832.
 Rollett (M^{de} O.), 434.
 Romburgh (P. van), 56, 160, 803.
Romme (R.), 561 à 568, 757, 996.
 Ronchese (A.), 250, 345.
 Roozeboom (H.-W. Bakhuys), 56, 386, 803.
 Roques (L.), 250.
 Roques de Fursac (J.), 388.
 Rosati (A.), 804.
 Rose (R.-E.), 482, 762.
 Rosenheim (W.), 395.
 Rosenthal (G.), 527, 528, 573, 618, 672, 718, 719, 838, 951, 1038, 1087.
 Rossard (F.), 100.
 Rosset, 342, 670.
 Rostaine (P.), 298.
 Roth (L.), 428.
 Rothe (R.), 952.
 Rothschild (H. de), 527, 573, 618, 718, 719, 837, 954, 1087.
 Rothschild (M. de), 50, 342.
 Rotter (G.), 254.
 Roubaud (E.), 575, 617, 914.
 Rouché (E.), 569.
 Rouget (J.), 295.

Roullet, 800.
 Roullet (Lucien), 98.
 Rouse Ball (W.-W.), 338.
 Rousseau Saint-Philippe, 525, 671.
 Roux (Cl.), 667.
 Roux (Em.), 616, 759.
 Roux (Eng.), 153, 154, 479, 524, 617, 1027.
 Roux (G.), 717.
 Ronx (J.-Ch.), 345, 391, 526, 618, 718, 837.
 Roy (Ch.-S.), 254.
 Royle (J.-J.), 579.
 Rozet (Cl.), 428.
 Rubens (H.), 579, 580.
 Rudge (W.-A.-D.), 1040.
 Ruffer (A.), 156, 250.
 Ruhemann (S.), 54, 433, 531, 761, 956, 1091.
 Rule (Al.), 955.
 Russ (F.), 1092.
 Russell (A.), 530.
 Russell (W.-J.), 1090.
 Rynherk (G. van), 55, 208.

S

Sabatie (P.), 248, 297, 617.
 Sabin (A.-H.), 723.
 Sabrazès (J.), 102, 528, 616, 672, 908, 1059.
 Saquépée (E.), 51, 52, 344.
 Saggio, 1086.
 Sagnac (G.), 99.
 Sakorraphos (M.), 298.
 Salanque (H.), 718.
 Salet (P.), 50, 248.
 Salmon (J.), 526, 672, 998, 1039.
 Salomon (M.), 672, 1038.
 Salome (Emile), 797.
 Samec (Max.), 406.
 Sampaio (Alfredo da Silva), 1034.
 Sand (H.-J.-S.), 301.
 Sande Bakhuysen (H.-G. van), 55.
 Sanders (J.-Mc-C.), 531, 622.
 Sani (G.), 208.
 Sarda, 759.
 Sargent-Galichon (M^{me} A.), 612.
 Sartory (A.), 391, 528, 838.
 Sassi (M.), 764.
 Saunders (E.-R.), 300.
 Sauton, 589, 671, 675.
 Sauvage Dr., 952.
Sauvage (Ed.), 402 à 410.
 Saure (Ad.), 99, 531.
 Schäfer (A.), 676.
 Schimpflug (Th.), 1092.
 Schell (A.), 532.
 Schiller (J.), 1043.
 Schinetschek (L.), 107.
 Schlesinger (J.), 478.
 Schloesing (Th.), 204.
 Schlomann (A.), 997.
 Schönmilch (O.), 338.
 Schmidt (Erj.), 1086.
 Schmiedt (Th.), 804.
 Schmitt (Ch.), 1085.
 Schokalsky (J. de), 759, 800.
 Schoolbred (J.-N.), 876.
 Schoop (U.), 674.
 Scholtky, 302.
 Schoute (P.-H.), 55, 108, 160, 304, 348, 390, 436, 481, 676, 804, 1044.
Schreiber (K.), 731 à 745.
 Schröder (R.), 421.
 Schrott (P. von), 1041.
 Schrutka (L. von), 801.
 Schulte (F.), 670.
 Schulten (A. de), 837.
 Schultz (F.-E.), 302.
 Schurz (G.), 763.
 Schur (J.), 302, 347.
 Schuster (A.), 206, 300.
 Schütte F., 424.
 Schwarz, 622.
 Schweidler (E. von), 107, 396, 580, 764, 800, 1042.

Scoble (W.-A.), 1040.
 Scott (A.), 159, 433.
 Sczawinska (M^{lle} W.), 526.
 Searle (C.-F.-C.), 1040.
 Seguin, 525.
 Seillière (G.), 50, 718, 837.
 Seligman (R.), 103.
 Sellier (J.), 52, 248, 250, 1039.
 Seuerit (L.), 345.
 Senier (A.), 956.
 Sérége H., 528.
 Sergeant Edm., 250, 1039.
 Sergeant Ed., 250, 1039.
 Sériex Paul, 576.
 Serr G., 1000.
 Serret (A.-J.), 1080.
 Serrail (G.), 389.
 Seux Edm., 153, 389.
 Severin E., 574.
 Sevestre, 671.
 Seward (A.-C.), 251.
Sezewetz A., 229 à 239, 479.
 Shaw P.-E., 431, 722.
 Shaw W.-N., 838.
 Shearer C., 481.
 Shepherd F.-G., 621, 1000.
 Sheppard S.-E., 347, 482.
 Sherrington Ch.-S., 206, 481.
 Sicard J.-A., 250.
 Sicard L., 912.
 Siebenrock P., 764.
 Siegfried (A.), 797.
 Silherrat (A.), 254, 347, 722, 723, 956, 1000, 1040.
 Silvestri F., 55, 804.
 Simon Eug., 1042.
 Simon L.-G., 52.
 Simon L.-J., 47, 389, 428, 429, 430, 671, 874, 914, 1085.
 Simon P., 345, 528, 838.
 Simonin, 525.
 Simonsen (J.-L.), 54, 531.
 Simpson W.-S., 722, 1089.
 Sinéty (de), 999.
 Sinnat F.-S., 105, 1000.
 Sire (E.-G.), 914.
 Sirks H., 1043.
 Sissingh R., 56.
 Sisson H.-A., 158.
 Sittler W.-de), 436.
 Skrabal (A.), 532.
 Skraup (Zd.-H.), 624.
 Slatineano (A.), 391, 718, 760, 838.
 Slator (A.), 438.
 Slomnisco N., 389.
 Small F. H., 395.
 Smart B.-J., 254, 347.
 Smedley M^{lle} L., 621.
 Smieciuszewski B., 380.
 Smiles S., 253, 433, 621.
 Smith C., 212, 956.
 Smith M^{lle} E., 317.
 Smith J.-K., 433.
 Smith M., 301.
 Smith N., 159.
 Smith S.-H., 54.
 Smithells A., 433.
 Smits A., 160, 483.
 Soeves M^{lle} J., 1087.
 Solvay E., 527, 670.
 Sommelet M., 1036.
 Soulié (A.), 51, 102, 204, 344, 345.
 Soulié H., 526.
 Soyer Ch., 838.
 Spens W., 431.
 Spillmann L., 345, 528, 838.
 Sproxton F., 762.
 Stacy (C.-E.), 1091.
 Stallard (G.), 481.
 Stansbie J.-H., 159, 1091.
 Stansfield H., 431.
 Stark J., 622.
 Starling E.-H., 394, 576.
 Steele B.-D., 103, 621.
 Stefanik (M.), 391, 429, 478, 670, 717, 952, 998.
 Stefano G. Di., 532.
 Stein J., 676.

Steindachner F., 801, 1012.
 Steindler (M^{lle} O.), 431.
 Stekloff W.), 50, 99, 153.
 Stenger E., 669.
 Stenger F., 717.
 Stephan (P.), 392, 529, 996, 1039.
 Stepheus (F.-G.-C.), 621.
 Stern (M^{lle} L.), 50, 102, 154, 526.
 Steven (A.-B.), 482.
 Stewart (A.-W.), 301, 433, 530.
 Stölitz K., 256.
 Stodel (G.), 1087.
 Stoermer C., 669, 874, 914.
 Stok (J.-P. van der), 159, 484.
 Stolper (L.), 106.
 Stolz, 611.
 Stone Herbert, 294.
 Stormer (C.), 717.
 Strahl (H.), 436.
 Struthers R. de J.-F.), 54.
 Strutt (R.-J.), 675, 875.
 Stucheltz (J.), 624.
 Stücker (N.), 106.
 Stumpf, 302.
 Sudborough (J.-J.), 433.
 Suida (W.), 396, 1042.
 Sulzer E., 841, 717, 726.
 Sutcliffe R., 676.
 Swinburne J., 301, 675.
 Swinton (A.-A.), 402, 722.
 Swyngedauw (R.), 385, 475.
 Sy (F.), 248, 343, 836, 1085.
 Szilard B.), 573.

T

Taber H.), 429.
 Tacconi (E.), 208.
 Taenzler (P.), 763.
 Tanon, 672, 1037.
 Tanrel (G.), 617.
 Taramelli (T.), 55.
 Tarry G.), 389.
 Tattersall G.), 1040.
 Taylor (M.), 723.
 Teglio (E.), 531.
 Teisserenc de Bort (L.), 428, 611, 874.
 Teissier (P.), 52, 527, 528, 575.
 Teppaz, 953.
 Ter-Gazarian G.), 874.
 Termier (P.), 478, 717.
 Terrien (Eugène), 247.
 Terroine (E.-F.), 767.
 Thaon (P.), 250.
 Thévenin (Arm.), 190.
 Thévenot (L.), 838.
 Thierry E., 618.
 Thierry Maricre de, 570.
 Thiesen N., 763.
 Thizhe (A.), 762.
 Thiriois J., 1087.
 Thiroux A., 295, 327, 952, 953.
 Thomas (A.), 528.
 Thomas (M^{lle} M.-B.), 234.
 Thomas (N.-G.), 346.
 Thomas P.), 619.
 Thomas V.), 390, 800.
 Thompson S.-P., 301.
 Thomson J.-J., 198, 948.
 Thomson W.), 347.
 Thorpe J.-F., 158, 433, 579, 1091.
 Thorpe (J.-H.), 956.
 Thorpe (Th.-E.), 395.
Thoulet J.), 155, 321 à 325, 343.
 Threlfall R.), 675.
 Tichomirow (W.), 1085.
 Tieri (L.), 55, 531, 804.
 Tietze H.), 1041.
 Tiffeneau, 669, 717, 953, 998, 1088.
 Tikhoff (G.), 100.
 Tilden W.-A.), 621, 1000.
 Tilloy (G.), 526, 760.
 Tinkler (Ch.-K.), 531.
 Tison A.), 155.
 Tissier (H.), 298.
 Tissot (C.), 95, 157, 343, 570, 720.
 Tissot (J.), 52, 155, 204, 249, 250.

Titherley (A.-W.), 105, 482, 956.
 Tixier (G.), 204, 618, 1039.
 Tixier L., 52, 391, 838.
 Tomann (G.), 396.
 Tommasi D.), 153.
 Touanne (de la), 157.
 Touchard, 101.
 Toujan (G.), 51, 102, 204, 344, 345.
 Toulouse (Ed.), 1038, 1087.
 Toupain, 342, 573, 616.
 Trabacchi G.-C.), 804.
 Trannoy (R.), 478, 573.
 Trauth F.), 801.
 Travers (M.-W.), 531, 721, 1039.
 Traynard E.), 953.
 Trémolières F.), 526, 618.
 Trépied (Ch.), 573.
 Tribondeau (L.), 52, 1086.
 Tribot (J.), 428.
 Trillat (A.), 249, 298, 389, 393, 671, 675.
 Trobridge F.-G.), 1091.
 Troisier, 953.
 Trolard, 618.
 Troost, 51.
 Trotman S.-R.), 255.
 Trouessart (E.), 52, 250, 342.
 Trouillet, 249.
 Trouton F.-T.), 431, 432, 530.
 Truchot (P.), 521.
 Tschermak G.), 434.
 Tuck (W.-B.), 578.
 Tuffier, 51.
 Tulloch (F.-M.-G.), 576, 955.
 Tur J.), 998.
 Turchini S.), 53, 248, 573.
 Turner (Th.), 54.
Turpain (A.), 166 à 177, 393.
 Turro (R.), 344, 954.
 Tutin (F.), 722, 761, 1000, 1041.
 Tutton (A.-E.-H.), 621.
 Twiss (D.-F.), 1000, 1091.
 Tzitzéica (G.), 616, 669.

U

Ulpiani C., 208.
Urban G.), 154, 203, 389, 429, 529, 703 à 711, 721, 758, 952, 1036.
 Usher (F.-L.), 479, 953, 1039.

V

Vahlen K.-Th.), 519.
 Vaillant L., 526.
 Vaillant P.), 153.
 Vaillard L.), 249.
Vallaux C., 1021 à 1027.
 Vallé A.), 999.
 Vallée H.), 524, 575, 618, 1000.
 Vallet (G.), 102, 156, 373, 800, 837.
 Vamossy (de), 53.
 Vaney G.), 296, 1036.
 Vansteenberghe P., 837, 1085.
 Vanzetti L.), 804.
 Vaquez H.), 575.
 Variot, 203.
 Vassiche N.), 573, 1037, 1048.
 Vaudremer A.), 953.
 Vaughton T.-A.), 722.
 Vayssières A.), 343.
 Veillon A.), 52.
 Veley V.-H.), 482.
 Verchère, 671.
 Verneuil A.), 206.
 Vernon H.-M.), 480.
 Verschaffelt J.-E.), 304.
 Versluis W.-A.), 55.
 Vert (G.), 1086.
 Vettiers H.), 108, 159.
 Viala P., 249, 296.
 Vialleton L.), 718.
 Vidal E.), 1087.
 Vidal Léon, 94, 390.
 Vieille P.), 524.
 Vierhapper (F.), 801.
 Vigier P.), 248, 249, 298, 345.

Vignon (L.), 134, 297, 616, 952.
 Vigouroux (Em.), 153, 342, 428, 429, 573, 574.
 Vila (A.), 50, 428, 620, 1036.
 Villamil (R. de), 621.
 Villard (J.), 1087.
 Villard (P.), 343, 616, 673, 717, 952, 993.
 Villaret (M.), 52, 298, 527, 718, 838, 1038.
 Villatte, 343.
 Villemain (F.), 343, 1038.
 Vinassa de Regny (P.), 804.
 Vincent (H.), 51, 101, 295, 298, 344, 476, 613, 768, 837.
 Viola (C.), 207.
 Violle (J.), 99.
 Vires (V.), 950.
 Vitry (G.), 391, 526, 838.
 Vlès (F.), 933, 1038.
 Vogel (H.-C.), 434, 670, 876.
 Voghera (M.), 55, 532.
 Voisin (R.), 718.
 Volterra (V.), 342, 804.
 Vries (J. de), 302, 483, 1042.
Vuillemin (Paul), 214 à 229, 800.

W

Waals fils J. D. van der, 56.
 Wachsmuth (R.), 580.
 Waechter (F.), 764.
 Waele (H. de), 954.
 Waelsh (E.), 580, 738.
 Wagner (A.), 1042.
 Wagner (R.), 624, 764.
 Wagstaffe (E.-A.), 235.
 Wahl (A.), 671.
 Wahl (B.), 396.
 Waldeyer, 236, 302.
 Walker (A.-J.), 347.
 Walker (C.-E.), 345.
 Walker (J.), 346, 481, 839, 955.
 Walker (N.), 254.
 Wallerant (F.), 153, 454, 455, 952, 998.
 Wallich (V.), 204.
 Walpole (G.-S.), 479.
 Walter (J.), 872.
 Walter (L.-H.), 675.
 Warburg (E.), 762.
 Wartenberg H. von, 580, 622, 623.
 Wassmuth (A.), 434, 1041.
 Watkins (E.-J.), 431.
 Watson (A.-T.), 394.
 Watson (E.-R.), 105.
 Watson (G.-A.), 253.
 Watson (H.-J.), 395.
 Watson (J.-H.), 955.
 Watson (W.), 391.
 Watteville (C. de), 203, 524.
 Weber (A.), 156, 838.
 Weber (H.), 754.
 Weerman (R.-A.), 1044.
 Wegscheider (R.), 107, 580, 1041.
 Weill-Hallé (B.), 760, 1038.
 Weinberg (M.), 344, 526, 527, 528, 837, 1087.
 Weinhold (A.), 754.
 Weisl (S.), 1092.
 Weiss (Edm.), 396, 616, 1042.
 Weiss (G.), 52.
 Weiss (P.), 617.
 Weitzenböck (R.), 1042.
 Weizmann (Ch.), 158, 1040.
 Weldon (W.-F.-R.), 394.
 Wellstein (J.), 754.
 Welsh (D.-A.), 915.
 Went (F.-A.-F.-C.), 348.
 Wenzel (F.), 764, 1041.
Werner (A.), 538 à 546.
 Werner E.-A., 956, 1000.
 Werner (F.), 801.
 Wertheim Salomonson (J. K. A.), 1044.
 Wertheimer (E.), 49, 101, 913, 1087.
 Western (G.-T.), 576.
 Wettstein (R. von), 107, 1092.
 Wheeler (R. V.), 207.
 Whetham (W.-C.-D.), 103, 520, 871.
 White (Sir W. H.), 675.
 Whitehead (A. N.), 300.
 Whiteley (Miss M. A.), 762.
 Wichman (A.), 108.
 Wickersheimer (E.), 46.
 Widai (F.), 250, 298, 526, 999.
 Wiebe (H.-F.), 580.
 Wiesner (J.), 435, 801.
 Wiki (B.), 618.
 Willeman (E. de), 524.
 Wilderman (M.), 431.
 Wilke (W.), 106.
 Wilkens, 255.
 Williams (W.-S.), 434.
 Willott (F.-J.), 105.
 Willows (R.-S.), 1090.
 Wilson (Al.), 394, 676.
 Wilson (E.), 839.
 Wilson (H.-A.), 394, 578.
 Wilson (J.), 105.
 Wilterdink (J.-H.), 56.
 Winterson (W.-G.), 1000.
 Wintrebert (P.), 100, 101, 156, 204, 205.

Wirtinger (W.), 107.
 Withley (E.), 104.
 Witt (R.), 624.
 Witz (Aimé), 519, 712, 910, 948.
 Wolff (J.), 50, 573, 846, 1038.
 Wolff (von), 253.
 Wolfrom (Gustave), 949.
 Wood (J.-C.), 253.
 Wood (J.-K.), 481, 1041.
 Wood (R.-W.), 1040.
 Woods (J.-R.), 103.
 Wootton (W.-O.), 255.
 Wren (H.), 482.
 Wright (A.), 35.
 Wright (A.-E.), 458, 675.
 Wurtz (R.), 295.
 Wynne (W. P.), 433.
Wyrouboff (G.), 4050 à 4059.

Y

Yates (J.), 762, 956.
 Yegounov (M.), 429, 1085.
 Yersin (A.), 619.
 Young (C. R.), 762.
 Young (G.), 159.
 Young (S.), 945.
 Young (W. J.), 480, 916, 1091.
 Youréwitch, 156.
 Yousoufian, 1036.
 Yule (G. U.), 206.
 Yvon (P.), 479, 372, 999.

Z

Zahlbruckner (A.), 396.
 Zambonini (F.), 532, 801, 1085.
 Zanger, 52.
 Zanietowski, 156.
 Zeeman (P.), 483.
 Zeidler (J.), 385.
 Zellner (J.), 435.
 Zeltner (F. de), 670.
 Zemplen (G.), 153.
 Zeuthen (H. G.), 911, 952.
 Zikes (H.), 396.
 Zimmer (A.), 1084.
 Zinger (N. de), 758.
 Zoratti (L.), 589.
 Zortmann (L. H.), 158.
 Zsigmondy (Richard), 713.
 Zwaardemaker (H.), 436.
 Zwiers (H. J.), 302.



MBL WHOI Library - Serials



5 WHSE 04480

